

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В.Гилев
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

код и наименование специализации

Разработка конструкций контейнеров и модели технологического

тема

автотранспортного средства для перевозки сортового угля

Руководитель

подпись, дата

И.И.Демченко

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Г.А.Корольков

инициалы, фамилия

Консультанты:

Экономическая часть

подпись, дата

А.Д.Бурменко

инициалы, фамилия

Безопасность

жизнедеятельности

подпись, дата

Н.М.Капличенко

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.И.Демченко

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

институт

Горные машины и комплексы

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.В.Гилев

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2017 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы.

Студенту Королькову Глебу Александровичу

фамилия, имя, отчество

Группа ГМ 12-12 Направление (специальность) 21.05.04 Горное дело,

номер

код

специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы разработка конструкции контейнеров и модели технологического автотранспортного средства для перевозки сортового угля

Утверждена приказом по университету № 705/с от 23 января 2018 года

Руководитель ВКР И.И.Демченко, профессор, доктор технических

инициалы, фамилия, должность, ученое звание

наук кафедры «Горные машины и комплексы»

место работы

Исходные данные для ВКР: железнодорожная станция Бугач,

ООО «Красноярский гортоп», котельная Северо-Западного района

г. Красноярска, Назаровская ГРЭС

Перечень разделов ВКР: Контейнерный способ доставки грузов и проблемы, связанные с перевозкой угля. Особенности конструкции контейнеров для доставки угля потребителям любой мощности.

Математическая модель для определения нужного количества специализированных контейнеров. Модель технологического специализированного автотранспортного средства для перевозки сортового угля

Перечень графического материала презентация в количестве 14 слайдов

Руководитель ВКР

подпись

И.И.Демченко

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Г.А.Корольков

инициалы и фамилия

« ____ » _____ 2017 г.

Содержание

Введение.....	5
1 Особенности конструкций и определние количества контейнеров дял перевозки сортового угля и брикетов	7
1.1 Контейнерный способ доставки грузов и проблемы, связанные с ним	7
2 Особенности конструкций и требования к контейнерам по перевозки сортового угля и брикетов.....	15
2.1 Контейнер для перевозки угля индивидуальным потребителям и котельным малой мощности	17
2.2 Конструкция контейнера для перевозки угля средним потребителям	23
2.3 Конструкция контейнера для перевозки угля потребителям большой мощности	25
2.4 Конструкция специализированного контейнера для перевозки угля склонного к замерзанию в зимнее время.....	28
3 Пакетирование сортового угля и брикетов	31
4 Математическая модель для определения количества специализированных контейнеров, перевозящих углепродукты	34
5 Модель специализированного технического автотранспортного средства для перевозки сортового угля	50
6 Безопасность жизнедеятельности.....	53
7 Экономическая эффективность использования контейнеров на складах перегрузки и временного хранения угля	57
Заключение	61
Список используемых источников.....	3

ВВЕДЕНИЕ

Практика показывает, что большое количество топлива теряется при разработке полезного ископаемого мощными добычными комплексами, когда пласты угля малой мощности идут в отвал. Применение мощных добычных экскаваторов не всегда оправдано при изменении спроса и колебаниях цен на рынке.

Однако, самые значительные потери угля происходят при его транспортировке, перевалке с одного вида транспорта на другой и при его хранении.

Угольные предприятия России отгружают потребителю рядовой уголь, содержащий до 30% мелочи. В процессе перевалки угля на угольном разрезе (разгрузка вагонов, погрузка угля в автомашины, выгрузка) процентное содержание мелочи возрастает на 40-50%. Известно, что при использовании рядового угля, вследствие потерь мелочи и уносе с золой несгоревшей угольной пыли, а также из-за просыпи через колосниковую решетку в топках со слоевым сжиганием, эффективность сжигания топлива в 2 – 2,5 раза ниже по сравнению со сжиганием сортовых углей. Это приводит к потерям угля около 11 млн т/год [2].

Проведенные в эксплуатационных условиях опыты показали, что потери углей мелких классов от выдувания воздушным потоком при транспортировании на 500 км составляет 0,5 – 0,6 т., а при транспортировании на 1000 км они увеличиваются до 1,0 – 1,2 т. в расчете на один вагон. В первом случае это эквивалентно 1%, а во втором – 2% транспортируемых углей. По имеющимся данным, при железнодорожных перевозках теряется 3-5 млн т угля в год, что соответствует выводу из работы разреза средней мощности.

При хранении угля на открытых складах повышается зольность, происходит его выдувание, вымывание, не исключается возможность самовозгорания, что приводит к большим затратам на содержание складов угля, а также сильному загрязнению прилегающих территорий и воздушной среды [2].

В связи с этим ресурсосберегающие компании должны предусматривать:

- полное использование природных ресурсов, в том числе добычу тонких пластов и пластов-спутников, содержащих некондиционные, окисленные и сажистые угли;
- применение производительной, универсальной компактной горной техники обладающей малой материалоемкостью;

- сокращением потерь при экскавации, транспортировании, возможное исключение промежуточной перевалки угля при перевозках от мест добычи до мест потребления;

- исключение потерь при хранении угля;

- использование высокопроизводительного оборудования по обогащению, сортировке и переработке добываемого угля, включающего в себя, в частности, оборудование по брикетированию, в том числе обеспечивающее получение высококачественных бездымных термобрикетов типа Анцит [2].

Исходя из вышеуказанных проблем, может быть предложено решение, которое заключается в транспортировке угля контейнерным способом. Контейнерный способ доставки грузов все шире применяется на транспорте. Контейнер представляет собой единицу транспортного оборудования многократного применения, предназначенную для перевозки и временного хранения грузов, удобную для механизированной загрузки и выгрузки с транспортного средства. Различают контейнеры универсальные, специализированные и контейнеры – платформы.

Преимущества данного способа:

- возможность транспортирования любым видом транспорта (автомобильным, железнодорожным, морским)

- уменьшение времени перегрузки из одного транспортного средства в другое;

- уменьшение запыленности окружающей среды;

- исключение просыпей и потерь при транспортировании и перегрузки;

- уменьшение площади складского хозяйства при тех же объемах угля.

1 ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СОРТОВОГО УГЛЯ И БРИКЕТОВ

Важным показателем качества перевозки грузов являются актуальность выполнения перевозок, сохранность количества и потребительских свойств перевозимых грузов и экономичность системы доставки. Сохранность грузов, его потребительских свойств и экономичность доставки зависят от того, на каком, и каких типах подвижного состава производятся перевозки грузов. Решению этой задачи особенно в смешанных перевозках «от двери до двери» (например, железная дорога – река (море) – автомобильная дорога) способствует применение контейнеров, что делает перевозки логичными и экономичными [3].

1.1 Контейнерный способ доставки грузов и проблемы, связанные с ним

Контейнерный способ доставки грузов все шире применяется на практике. Контейнер представляет собой единицу транспортного оборудования многократного применения, использующуюся для транспортировки и временного хранения грузов, удобную для механизированной загрузки и выгрузки с транспортного средства. Контейнеры делятся на универсальные, специализированные и контейнеры – платформы [3].

Универсальные контейнеры (ГОСТ 18447-79) применяются для транспортировки единичных грузов обширной номенклатуры, укрупненных грузовых единиц и мелкоштучных грузов.

Специализированные контейнеры используются для отдельных видов грузов, однородных по физико-химическим свойствам и условиям перевозки (ГОСТ 19417 – 74) или грузов ограниченной номенклатуры. Специальные контейнеры по конструктивным решениям необходимо отвечать требованиям технологии производства предприятий, отправляющих и принимающих груз [3].

В зависимости от конструктивного исполнения контейнеры делаются закрытыми, обеспечивающими защиту от воздействия внешней среды. Открытыми, в конструкции которых отсутствует один или несколько

основных элементов (крыша, стенка). Разборные и складные, в целях уменьшения их объема и удобства, хранения и транспортирования в порожнем состоянии. Мягкие, меняющие форму и габариты в период их загрузки и разгрузки [3].

В зависимости от материала изготовления контейнеры могут быть металлическими (стальными), металлическими в сочетании с другими материалами и неметаллическими.

Основными параметрами контейнера являются максимальная масса брутто, равная сумме собственной массы контейнера и допустимой массы груза, который может быть загружен в контейнер; собственная масса контейнера является суммой массы порожнего контейнера и массы его постоянного оборудования в нормальном рабочем состоянии; грузоподъемность, определяемая максимальной массой груза в контейнере. По грузоподъемности контейнеры подразделяются на малотоннажные до 2,5 т, среднетоннажные 3 – 10 т, большегрузные свыше 10 т. [3]

Основные размеры контейнера: габаритные размеры; размеры, определяющие расположение отверстий на угловых фитингах; размеры дверного проема; размеры люков или горловин специализированных контейнеров.

Общая направленность контейнеростроения производством различных по емкости каркасных контейнеров, с применением углеродистой и нержавеющей стали, алюминиевых сплавов, пластиков, противокоррозионных покрытий, а также мягких контейнеров изготовленных из различных синтетических и полимерных материалов [3].

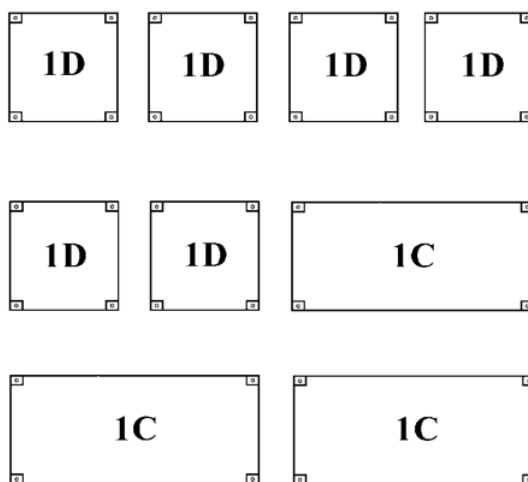
Наибольшая эффективность контейнерных перевозок получается при использовании унифицированных контейнеров. Вопросами стандартизации параметров и размеров контейнеров занимается ИСО (Международная организация по стандартизации), которой разработан и введен в действие в 1981 г. Международный стандарт ИСО 830 «Грузовые контейнеры». В основу их положены фиксированные величины массы брутто. Наиболее распространенными являются контейнеры массой 30 и 20 т, с неизменной шириной 8 футов (2,438 м). Высота контейнеров различна: 8 футов (2,438 м), 8,5 футов (2,59 м). Типоразмерный ряд основных параметров контейнеров представлен в табл. 4.1. В перспективе ожидаются контейнера масса брутто, которых будет составлять 60 т. и более, (рис. 4.3) т.е. равняться грузоподъемности железнодорожного подвижного состава [3].

Таблица 1 - Основные характеристики универсальных контейнеров

Обозначение типоразмера	Масса Брутто, т	Наружные размеры, мм			Собственная масса	Внутренние размеры, мм			Внутренний объем	Площадь пола ,
		длина	ширина	высота		длина	ширина	высота		
1AA	30	12192	2438	2591	4,05	11988	2330	2350	65,6	27,93
1A	30	12192	2438	2438	3,95	11988	2330	2197	61,3	27,93
2BB	25	9125	2438	2591	Н.д.	8931	2330	2350	48,9	20,8
1B	25	9125	2438	2438	Н.д.	8931	2330	2197	45,7	20,8
1CC	24	6058	2438	2591	2,26	5867	2330	2350	32,1	13,67
1C	24	6058	2438	2438	2,115	5867	2330	2197	30,0	13,67
1D	10	2991	2438	2438	Н.д.	2830	2330	2197	14,3	6,53
УУКА-5(6)	5	2110	2650	2591	Н.д.	1950	2515	2310	11,3	5,05
УУК-5(6)	5	2110	2650	2400	Н.д.	1950	2515	2128	10,4	5,05
УУКП-5	5	2110	2650	2591	1,00	1950	2515	2310	11,3	5,05
УУК-5	5	2110	2650	2400	0,96	1950	2515	2128	10,4	5,05
УУК-5У	5	2110	1325	2400	1,00	1980	1216	2128	5,1	2,4
УУКП-3(5)	3	2110	1325	2591	0,53	1980	1225	2380	5,7	2,26
УУК-3(5)	3	2110	1325	2591	0,55	1980	1225	2128	5,1	2,26
УУК-3	3	2110	1325	2400	0,55	1980	1225	2128	5,1	2,26
АУК-1,25	1,25	1800	1050	2000	Н.д.	1800	1050	2000	3,7	1,85
АУК-0,625	0,63	1150	1000	1700	Н.д.	1150	1000	1700	1,9	1,10

Контейнеры имеют квадратное сечение и отличаются друг друга только длиной, которая выбрана таким образом, чтобы на транспортном средстве любые контейнеры данной серии располагались в различных комбинациях. Между контейнерами необходим зазор, показанный на рисунке

1



Продолжение рисунка 1

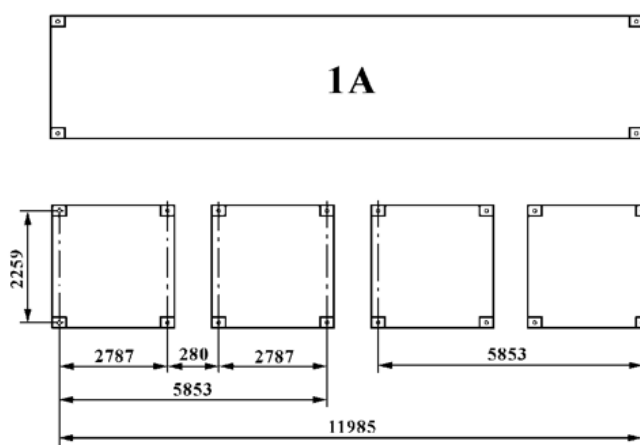


Рисунок 1 – Типаж крупнотоннажных контейнеров

В последнее время все шире используются мягкие контейнеры, известные потребителям как Биг-Беги, Big bags, гибкие контейнеры, МКР, FIBC, и т.д. Это крупногабаритная упаковка для транспортировки и хранения сыпучей продукции, соответствующая стандартам EFIBSA (Европейская ассоциация гибких контейнеров для сыпучих грузов) [13]. Существует большое разнообразие моделей, отличающихся грузоподъемностью, количеством подъемных петель, загрузочных и разгрузочных устройств, исполнением специальных пылезащитных швов и т.д. Созданы модели, сохраняющие свою первоначальную форму после загрузки и выполненные из специальной антистатической ткани [13].

Наиболее известные мягкие контейнеры МКР 1,0С-1.0 ППР грузоподъемностью 1 т, показанный на рисунке 2, изготавливаются по ТУ 2297-001-48268216-99, имеют сертификат соответствия. Возможно

производство контейнеров грузоподъемностью от 0,5 до 2 т. Контейнеры используются для транспортировки и временного хранения на открытых площадках сыпучих материалов, в том числе цемента, химических удобрений.

Мягкий контейнер состоит из усиленной несущей полипропиленовой оболочки и комплектуется усиленным термостойким полипропиленовым вкладышем для предохранения затариваемого груза от влаги [13]. Высота затаривания МКР – 1,25 – 1,30 м, которая находится загрузкой в вагон в два яруса, однако ее можно повысить. Для строповки предусмотрены ляжки. Высота складирования – 5 рядов, или 6,25 – 6,5 м. Эти контейнеры вполне пригодны для перевозки топливных брикетов и сортового угля [13].



Рисунок 2 – Мягкий контейнер МКР

Однако анализ существующих конструкций жестких универсальных и специализированных контейнеров не дал выявить решения пригодные для перевозки угля. Кроме того, требования к конструкции контейнера разными потребителями различны, которые указаны в пункте 4.2 Для того чтобы представить требования к конструкции контейнеров, приведём краткую

характеристику перевозимого груза и проблемы, возникающие при его перевозке.

Уголь представляет собой насыпной груз, объемный вес которого может меняться в пределах $\gamma = 0,8 - 1,3 \text{ т/м}^3$. Это твердая, горючая горная порода, образовавшаяся из погибших растений в результате физических, химических и биохимических изменений. Вместе с органическими компонентами в угле всегда присутствуют минеральные примеси, количество которых варьируется в широких пределах [1].

Груз склонен как к смерзанию в зимнее время, так и к самовозгоранию. Рассмотрим процессы, приводящие к примерзанию в зимнее время на примере перевозки угля в вагонах.

В составе перевозимого угля всегда находится вода в различных видах и состояниях [1]. Вода, находящаяся в породе, подразделяется (по проф. А.Ф. Лебедеву) на парообразную, гигроскопическую, пленочную, капиллярную и гравитационную.

Парообразная вода перемещается, как газ, из мест с большей упругостью в места с меньшей упругостью пара. Парообразная вода заполняет поры в угле и входит в состав воздуха, заполняющего поры.

Гигроскопическая вода предстаёт в виде пара, сконденсированного на поверхности частиц породы. Если вокруг частиц появляется сплошная пленка воды толщиной в одну молекулу, то такое состояние характеризуется максимальной гигроскопичностью. Гигроскопическая вода не может перемещаться в толще угля под влиянием капиллярных сил или сил тяжести; перемещается она, только перейдя в парообразное состояние [14].

Пленочная вода удерживается частицами угля под влиянием молекулярных сил сцепления. Такая вода удерживается огромной силой, превышающей силу, развиваемую центрифугой при 50000 об/мин [14].

Капиллярная вода заполняет все тончайшие ходы и поры в угле и сохраняется в них на определенной высоте благодаря поверхностному натяжению. Перемещение такой воды относится к группе капиллярных явлений между твердым телом и смачивающей его жидкостью и подчиняется законам движения воды в капиллярных трубках. При наличии капиллярной влажности все породы, кроме песчаных, резко уменьшают свою прочность, т.е. способность сопротивляться воздействию внешних сил. Вследствие поверхностного натяжения воды в капиллярах, в угле происходят большие внутренние напряжения, вызывающие набухание, усадку [15].

Гравитационная вода представляет собой избыток воды сверх пленочной и капиллярной. Перемещение такой воды осуществляется под влиянием силы тяжести. На некоторой глубине эта вода может превращаться в пленочную.

Температура угля в зимнее время года меняется от положительных значений до температуры окружающего воздуха, причем в составе перевозимого угля может присутствовать лед грунтовых вод, снег. После погрузки угля в вагон гравитационная и капиллярная вода, находящаяся в угле проникает к днищу вагона. Поэтому на днище и частично вдоль бортов наблюдается повышенная влажность и, как следствие, адгезия ее к поверхности вагона на основе действия капиллярных сил и электромолекулярного взаимодействия металла вагона с водой. Электрический потенциал вагона отрицательный, и его можно сравнить с минеральной частицей угля, также заряженной отрицательно, а молекулы воды представляют диполи, заряженные положительно на одном (атом кислорода) и отрицательно на другом (два атома водорода) конце [15]. При соприкосновении поверхности вагона с водой возникают электромолекулярные силы взаимодействия, которые притягивают диполи воды к поверхности транспортного сосуда с огромной силой (особенно первые слои). Электромолекулярные силы взаимодействия, по современным данным, очень велики и у поверхности (для первого ряда связанных молекул воды) составляют величину порядка нескольких сотен мегапаскалей.

Молекулы воды, находящиеся вне сферы действия электромолекулярных сил взаимодействия с поверхностью, будут образовывать свободную (по проф. А.Ф. Лебедеву) – гравитационную воду и капиллярную, подтягиваемую силами капиллярного натяжения воды. В процессе движения вагона с углем может происходить самонагревание угля в центре вагона, при этом влага из нагретой зоны перемещается в менее нагретые периферийные зоны. Происходит явление термовлагопроводности, при котором жидкость переносится в направлении перемещения потока тепла [15].

Плотность потока влаги под действием перепада температур определяется по формуле:

$$i_t = k_t \cdot k_\epsilon \cdot \delta_c \cdot \Delta t,$$

где k_t - коэффициент термовлагопроводности, $1/^\circ\text{C}$; k_ϵ - коэффициент влагопроводности, $\text{м}^2/\text{ч}$; δ_c - плотность сухого угля, $\text{кг}/\text{м}^3$; Δt - градиент температур в центре и на периферии транспортного сосуда, $^\circ\text{C}/\text{м}$.

Во время движения вагона с углем возникает интенсивный теплообмен между вагоном и обтекающим его холодным воздухом. В результате теплообмена уменьшается температура в граничном с вагоном слое угля, где наряду с кристаллизацией влаги начинается смерзание частиц, сопровождающейся цементацией льдом.

Несмотря на то, что примерзание угля рассмотрено при перевозке его в вагонах, подобные же процессы будут происходить и при перевозке в контейнерах. Хотя градиент температур в центре малотоннажного контейнера и на периферии будет меньше, или вообще равен нулю [15].

Рассмотрим процессы, связанные с самонагреванием и возможному самовозгоранию угля.

Уголь характеризуется хрупкостью в результате механических воздействий при погрузо-разгрузочных работах. На воздухе он быстро теряет влагу, растрескивается и превращается в мелочь. Если при этом верхний слой угля смочен влагой, то на поверхности образуется своеобразное твердое покрытие в виде плотной корки. Тепловые проявления реакции окисления приводят к саморазогреву массы угля. Корковое покрытие останавливает выход образующегося тепла из нижележащих слоев и способствует интенсивному нарастанию внутренней температуры, что может привести к самовозгоранию [15].

Интенсивность процесса самовозгорания зависит от температуры окружающей среды, степени метаморфизма, т.е. изменения углей, связанных с геологической историей их формирования, состояния вентиляции, высоты штабеля и т.д. Однако источником воспламенения в основном является открытое пламя брошенной горячей спички, тлеющий окурок и т.п. Общеизвестным является тот факт, что до 7 % добытого угля ежегодно теряется в результате его самовозгорания.

Вместе с тем, пожарная безопасность скоплений углей может быть обеспечена условиями стационарности потока тепла путем снижения объемов. Это может быть достигнуто перевозкой и временным хранением угля в контейнерах. Рассмотрим возможные конструкции контейнеров и пакетов для перевозки сортового угля и брикетов [6].

2 ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНТЕЙНЕРАМ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ УГЛЯ

К контейнерам для перевозки угля предъявляются следующие общие :

1. Простота конструкции и невысокая стоимость;
2. Высокая надежность и долговечность, обеспечивающая эксплуатацию контейнера не менее 10 лет;
3. Габаритные размеры контейнеров должны удовлетворять требованиям ИСО, и быть пригодны для перевозки железнодорожным, автомобильным и водным транспортом;
4. Небольшая масса порожнего контейнера;
5. Удобство загрузки и выгрузки;
6. Обеспечение сохранности перевозимого угля и исключение просыпей при транспортировке и погрузо-разгрузочных операций;
7. Осуществлять установку на складах не менее чем в 3 яруса (на крупных контейнерных терминалах контейнеры устанавливают в 5 ярусов);
8. Объем контейнера должен быть по возможности полностью заполнен грузом;
9. На контейнере должно быть предусмотрено место для этикетки (бирки) с указанием разреза, где добыт уголь, характеристики топлива, даты добычи, бригады производившей добычу, сортировку и погрузку и т.д.;
10. Конструкция контейнера должна защищать уголь от осадков, а попавшая при погрузке влага должна отводиться;
11. Контейнеры должны быть снабжены угловыми фитингами для обеспечения закрепления их на транспортном средстве и автоматического

захвата автостропом при разгрузке и опрокидывании. Кроме того, позволять скрепление нескольких контейнеров друг с другом в горизонтальной и вертикальной плоскостях для обеспечения их блочно-модульной перегрузке в смешанном железнодорожно – водно – автомобильном сообщении [16].



Рисунок 3 – Установка контейнеров в ярусы на контейнерном терминале

Требование удобства загрузки связано с верхней погрузкой в контейнер с применением сил гравитации загружаемого угля. А требование к соблюдению сохранности должно предусматривать крышку на загрузочный и разгрузочный (если такой предусмотрен) люки. Так как были отмечены случаи кражи угля из полувагонов, во время их непродолжительной стоянки на промежуточных станциях, когда уголь сбрасывали в кузов, находящегося рядом автомобиля. А также во время движения состава с небольшой скоростью, возле населенных пунктов, при этом уголь из полувагонов скидывали на землю [16].

Удобство разгрузки у разных потребителей может быть различно. Например, разгрузка контейнера индивидуальным потребителем в коммунально-бытовом секторе может быть 5-10 кг в сутки, в то время как на

котельных 100 кг и более [5]. На котельных средней мощности необходима быстрая выгрузка всего контейнера в приемный бункер котельной для усреднения (стабилизации характеристик) топлива с последующей подачи в топку.

При заведомо долгом хранении угля в контейнере контроль за возможным самонагреванием угля в контейнере может быть произведён с помощью встроенного в конструкцию контейнера термодатчика (термопары) [8].

Кроме общих требований к контейнерам разными потребителями предъявляются и другие требования, повышающие удобство их применения. Например, для индивидуальных потребителей в коммунально-бытовом секторе к контейнеру предъявляются следующие требования:

1. По массе брутто контейнер должен относиться к малотоннажным, исходя из анализа объемов заказываемого населением топлива и для обеспечения перемещения у заказчика после снятия с транспортного средства;
2. Контейнер должен быть снабжен дополнительной дверцей для обеспечения нижней порционной разгрузки;
3. Для исключения хищения контейнер должен быть оборудован устройством для его закрепления у потребителя;
4. Перемещение контейнера от места разгрузки с транспортного средства до места установки у потребителя и обратно должно осуществляться с помощью подкатной тележки, имеющейся на транспортном средстве;
5. Крышка и дверца контейнера должна пломбироваться.

Для контейнеров, обслуживающих котельные средней мощности предъявляются следующие требования:

1. Быстрая разгрузка;
2. Контейнеры должны быть приспособлены к разгрузке смерзшегося угля в зимнее время.

Исходя из приведённых требований, предлагаются несколько вариантов контейнеров для перевозки угля.

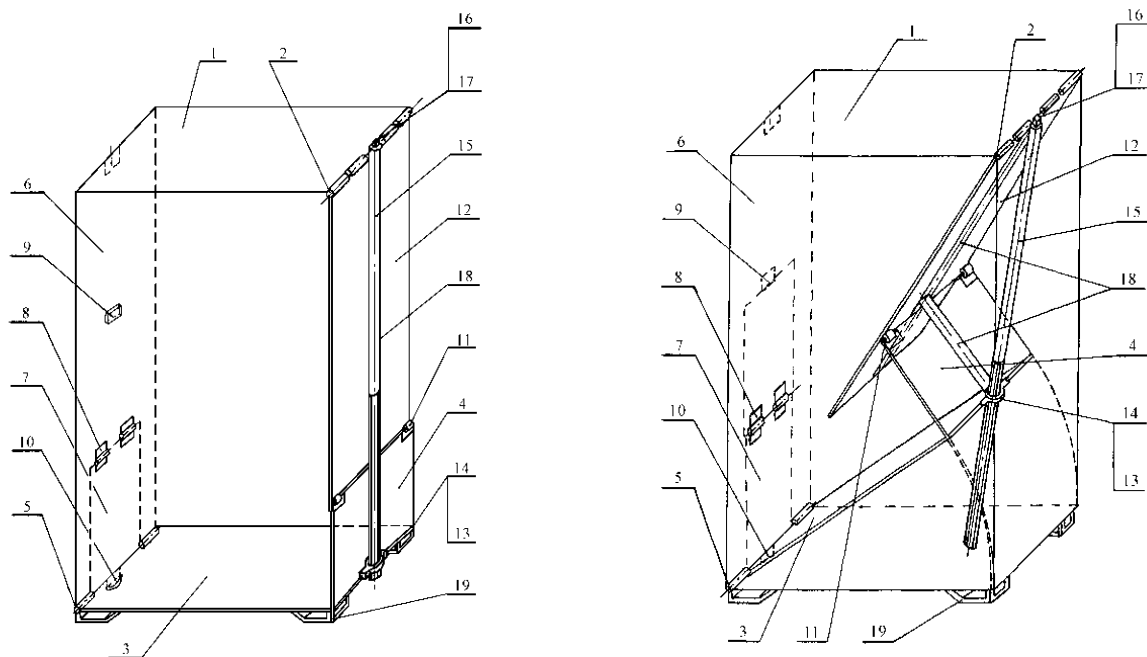
2.1 Контейнер для перевозки угля индивидуальным потребителям и котельным малой мощности

Как уже отмечалось выше, такие контейнеры должны загружаться сверху и иметь в нижней части боковой поверхности дверцу для обеспечения порционной разгрузки [16].

На рисунке 4 представлен вариант такого контейнера с принудительным наклоном днища в сторону разгрузки [17]. Контейнер имеет прямоугольный корпус и содержит крышку 1, установленную шарнирно на оси 2. Днище выполнено из жестко закрепленных между собой горизонтальной 3 и вертикальной 4 пластин и установлено на шарнирах 5. Прилегающая к этим шарнирам боковая стенка 6 снабжена дверцей 7 на шарнирах 8 и фиксатором открытого 9 и закрытого 10 положения дверцы. Вертикальная пластина 4 днища, снабжена по краям роликами 11, взаимодействующими с внутренней стороны контейнера с боковой стенкой 12, установленной внахлест на вертикальную пластину 4 днища и выполненную по высоте меньшей других трех боковых стенок контейнера [17]. При этом боковая стенка 12 расположено шарнирно на оси 2 и имеет возможность отклоняться в сторону дверцы 7. Кроме того, в середине внешней стороны угла днища, образованного горизонтальной пластиной 3 и вертикальной пластиной 4, установлена на шарнире 13 гайка 14 с крупным шагом специальной резьбы. В нее ввинчена тяга 15, с возможностью вращения в подшипнике 16, закрепленным шарнирно на оси 2, причем тяга 15 в верхней части снабжена гранями 17, например, квадратом или шлицами, для передачи вращающего усилия. Тяга 15 находится в желобе 18, выполненном на боковой стенке 12 и вертикальной пластине 4 днища. В нижней части контейнер имеет опоры 12 [17].

Контейнером пользуются следующим образом. Для загрузки контейнера сортовым углем или топливными брикетами открывают крышку 1. При этом дверца 7, имеющаяся на боковой стенке 6 контейнера удерживается фиксатором 10 в закрытом положении. Загруженный твердым топливом контейнер доставляют заказчику и устанавливают с помощью подкатной тележки в удобном для него месте хранения и порционной разгрузки топлива. Для порционной разгрузки контейнера используют дверцу 7, установленную на шарнирах 8 и закрепляют открытую дверцу 7 фиксатором 9. Осуществляют постепенную разгрузку контейнера [17]. При значительном уменьшении количества топлива в контейнере, когда дальнейшая его разгрузка доставляет неудобство, прикладывают гаечный ключ к граням 17, или другим рычагом, снабженным квадратным или шлицевым сечением и производят вращение тяги 15. Тяга 15 находится в

желобе 18 и закреплена в верхней части контейнера посредством подшипника 16, установленным в свою очередь шарнирно на оси 2.



Противоположный конец тяги 15, снабженный специальной резьбой с крупным шагом ввинчивается в гайку 14, которая установлена на шарнире 13 в днище контейнера [17]. При этом днище контейнера, закрепленное только посредством шарниров 5 на боковой стенке 6, начинает вращение, образуя угол в сторону дверцы 7. А ролики 11, закрепленные по краям вертикальной составляющей днища пластины 4, прокатываясь с внешней стороны по боковой стенке 12, закрепленной на оси 2, поворачивают ее в сторону дверцы 7.. Шарнирная установка тяги 15 и гайки 14 поддерживает работоспособность механизма при различных углах подъема днища контейнера. Полностью разгрузив уголь, днище возвращается в транспортное положение вращением тяги 15 в противоположную сторону [17].

а

б

Рисунок 4 - Контейнер для перевозки, хранения и порционной разгрузки
сортного угля или брикетов с принудительным наклоном днища в сторону
разгрузки

а – транспортное положение; **б** – положение днища при разгрузке

Для полной ликвидации просыпей угольной пыли, при разгрузке, днище контейнера оборудовано по периметру эластичной вставкой, например из резины, герметизирующей стык при подъеме днища.

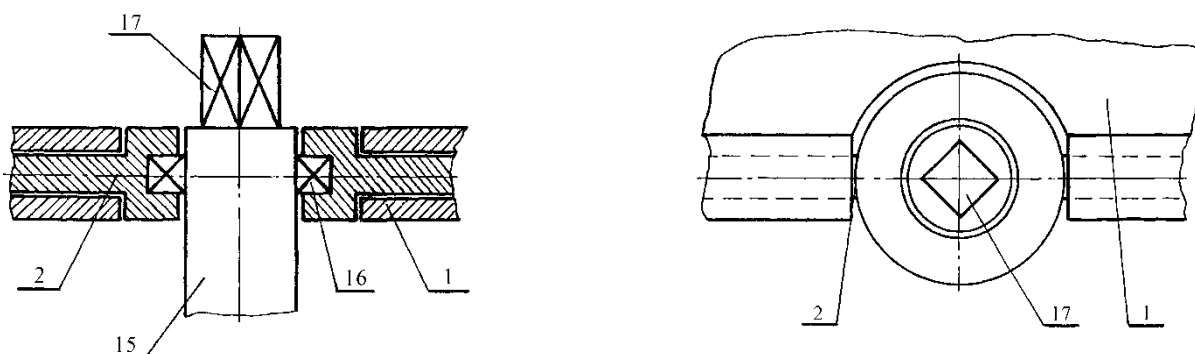


Рисунок 5 – Пример эластичной вставки

Однако, наличие винтовой пары, а также необходимость ручного труда при наклоне днища в сторону разгрузки и возвращение после разгрузки днища в транспортное положение значительно уменьшают эксплуатационную привлекательность данного контейнера [17].

На рисунке 6 изображен контейнер с подпружиненным, с помощью пружины кручения, днищем в сторону разгрузки. Наклон днища происходит с использованием плоской ленточной пружины.

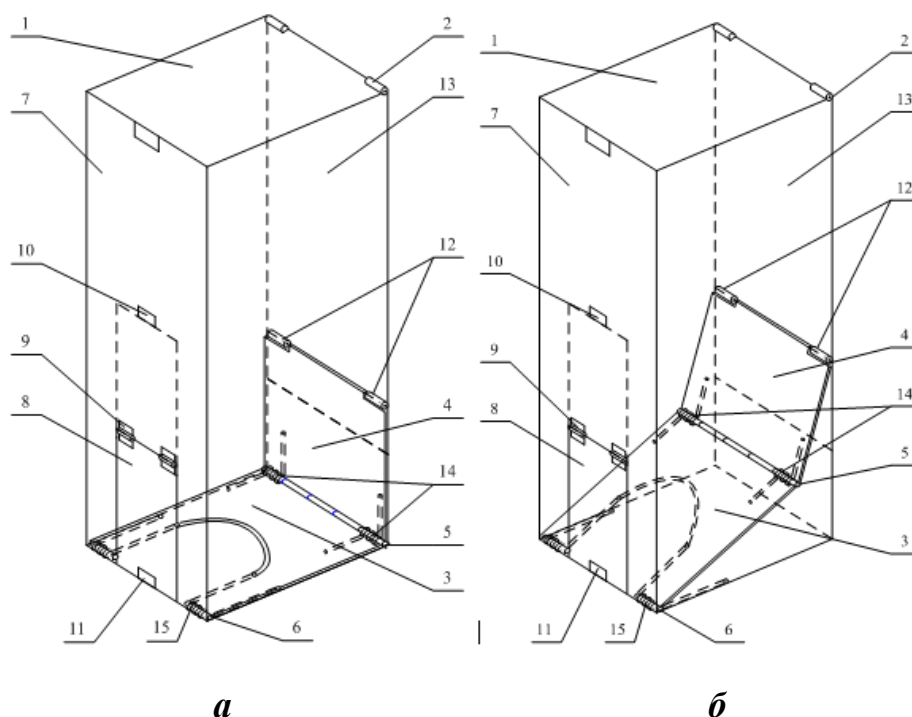


Рисунок 6 - Контейнер с автоматическим наклоном днища в сторону разгрузки, при уменьшении в нем топлива, с использованием пружины кручения

а – транспортное положение; ***б*** – положение днища при разгрузке

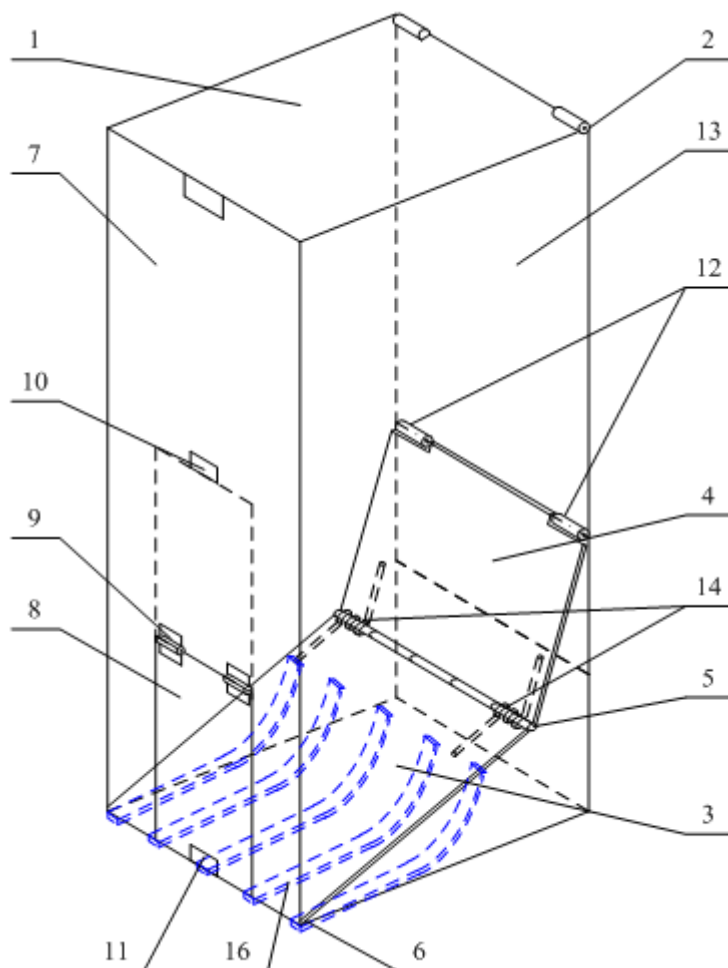


Рисунок 7 - Контейнер, использующий плоскую ленточную пружину для наклона днища в сторону разгрузки при уменьшении в нем топлива

Работа по загрузке и разгрузке контейнера происходит следующим образом. Для загрузки контейнера углем или топливными брикетами открывают крышку 1, установленную шарнирно на оси 2. При этом дверца 8, имеющаяся на боковой стенке 7 контейнера, закреплена фиксатором 11 [17]. Под действием пружин 15, показанных на рисунке 5, и 16, показанных на рисунке 6, горизонтальная пластина 3 днища контейнера наклонена в сторону дверцы, а пружина 14 давит вертикальную пластину 4 к боковой стенке 13, исключая просыпи груза. По мере наполнения контейнера пружины 14, 15, показанных на рисунке 5 и 14, 16, показанных на рисунке 6, начинают сжиматься. Днище контейнера двигается вниз, при этом ролики 12

проходят по внутренней поверхности боковой стенке 13 [17]. При достижении загрузки контейнера примерно на четверть, пластина 3 днища становится в горизонтальное положение, создавая прямой угол с вертикальной пластиной 4. Полностью загруженный контейнер закрывают крышкой 1 и отправляют заказчику, использующий для отопления брикеты или сортовой уголь. Устанавливают контейнер у заказчика в удобном для него месте хранения и порционной разгрузки топлива. Для порционной разгрузки контейнера используют дверцу 8, установленную на шарнирах 9 и закрепляют открытую дверцу 8 фиксатором 10. Осуществляют порционную разгрузку контейнера [17]. При заметном уменьшении количества топлива в контейнере, давление оставшейся массы груза на горизонтальную пластину 3 днища сокращается, пружина кручения 15, показанная на рисунке 5, установленная на оси 6 воздействуя на горизонтальную пластину 3, начинает поворачивать ее в сторону дверцы. Эту функцию выполняют плоские ленточные пружины 16, которые также при уменьшении нагрузки на горизонтальную пластину 3 поворачивают ее в сторону дверцы [17]. При этом начинает разжиматься пружина 14, прижимая вертикальную пластину 4, расположенную на оси 5 к боковой стенке 13, а ролики 12, прокатываясь по внутренней поверхности боковой стенке 13, уменьшают сопротивление перемещению пластины 4 и способствуют ее распрямлению относительно пластины 3. Чем меньше топлива в контейнере, тем меньше давление на горизонтальную пластину 3 и соответственно больше угол наклона днища в сторону дверцы. А, следовательно, оставшийся в контейнере уголь или брикеты по поверхности 3 и 4 днища подаются ближе к дверце 8. Для предотвращения просыпей угольной пыли возможна установка защитного кожуха на шарнирное соединение пластин 3, 4 и оси 6 поворота днища, а также, как и в контейнере с принудительным наклоном днища, установка по периметру днища эластичной накладки, например из резины, герметизирующей стык при подъеме днища [17].

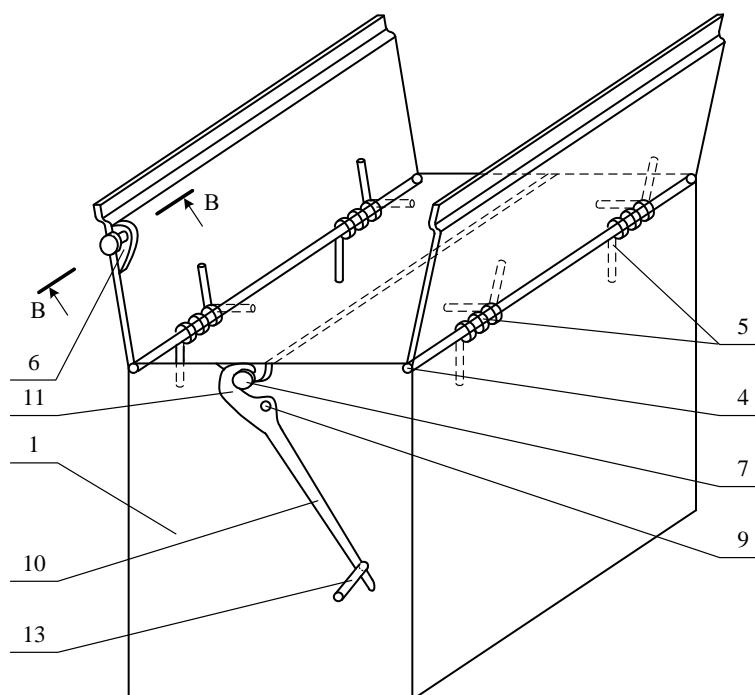
Предлагаемый контейнер позволяет эффективно использовать его при транспортировке и хранении твердого топлива (сортового угля или брикетов), индивидуальным потребителям и котельным малой мощности в коммунально-бытовом секторе производить удобную порционную разгрузку, автоматически изменяя угол наклона днища в зависимости от массы находящегося там топлива.

Данные конструкции контейнеров должны быть малотоннажными и пригодны лишь для индивидуальных потребителей и котельных малой

мощности в коммунально-бытовом секторе. Для котельных средней мощности и крупных, как отмечалось выше, контейнера должны быть приспособлены для быстрой разгрузки – донной, либо опрокидыванием [17].

2.2 Конструкция контейнера для перевозки угля средним потребителям

Контейнер средней грузоподъемности также имеет верхнюю загрузку и крышку, состоящую из двух половин, представлен на рисунке 8 [83].



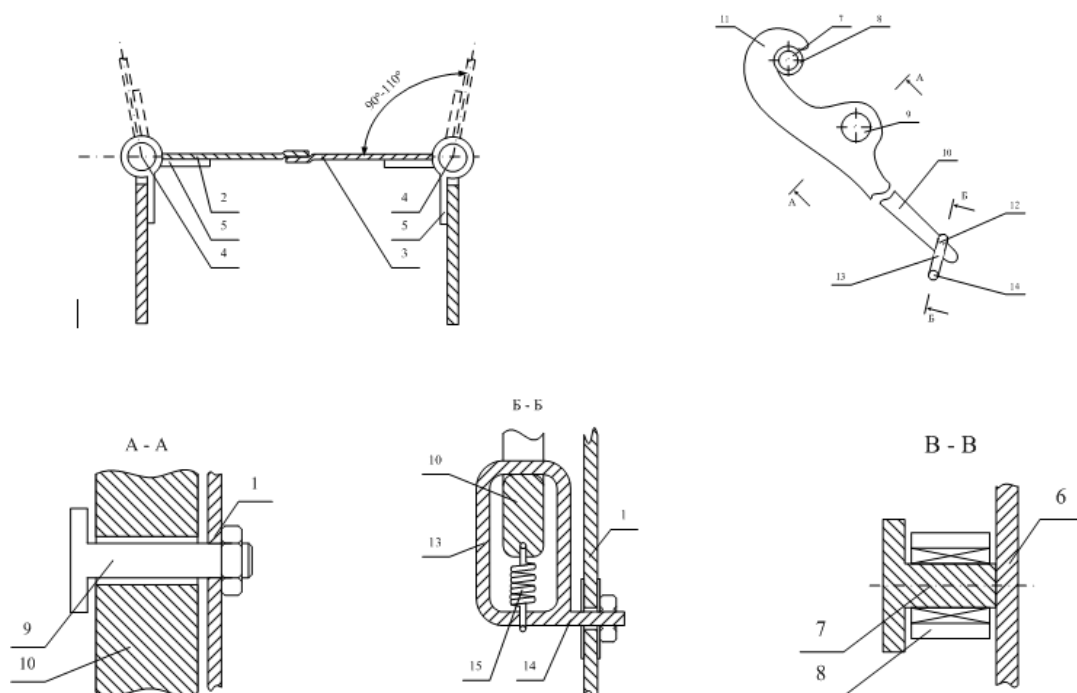


Рисунок 8 – Среднетоннажный контейнер массой брутто 5-10 т для перевозки угля

Контейнер для перевозки, хранения и выгрузки угля опрокидыванием потребителям средней мощности эксплуатируется следующим образом [18].

Для загрузки топлива в контейнер или его разгрузки из контейнера необходимо открыть двухстворчатую крышку, состоящую из двух половин, 2 и 3. Сначала поворачивают стопорное кольцо 13, находящееся на оси 14 в боковой стенке 1. При этом стопорное кольцо 13 выходит из зацепления с полукруглым вырезом 12 на верхней части рычага 10. Затем, преодолевая сопротивление пружины 15, работающей на растяжение, поворачивают рычаг 10 на оси 9 и выводят крюк 11 из зацепления с пальцем 7, установленным перпендикулярно на пластине 6 половины крышки с выступом 2 [18]. При этом половина с выступом крышки 2 освобождает половину с впадиной крышки 3. Обе половины посредством пружины кручения 5, установленной на осях 4 открываются на угол $90^{\circ} - 110^{\circ}$. Внутренний объем контейнера открыт к приему или выгрузки опрокидыванием груза, а половины 2 и 3 крышки служат направляющими, предотвращая возможные просыпи [18].

После загрузки контейнера, нажимным устройством, одновременно закрывают половины крышки контейнера. При этом половина крышки с впадиной 3 оказывается ниже половины крышки с выступом 2. При дальнейшем нажатии на крышки, палец 7 с кольцом 8 (разрез В - В) входит в

соприкосновение с внешней стороной крюка 11 [18]. Кольцо 8, установленное с возможностью вращения прокатывается по внешней стороне крюка 11, преодолевая сопротивление пружины 15, отклоняет рычаг 10 на оси 9, до тех пор, пока сам палец 7 не попадет в крюк 11 с внутренней стороны. Пружина 15 сжимаясь, надежно фиксирует закрытие крышки контейнера крюком 11. Для предотвращения неосторожного воздействия на рычаг 10 его дополнительно фиксируют прямоугольным стопорным кольцом 13, поворачивая на оси 14 и заводя в полукруглый вырез 12 на рычаге 10. При необходимости прямоугольное стопорное кольцо 13 на рычаге 10 пломбируется [18].

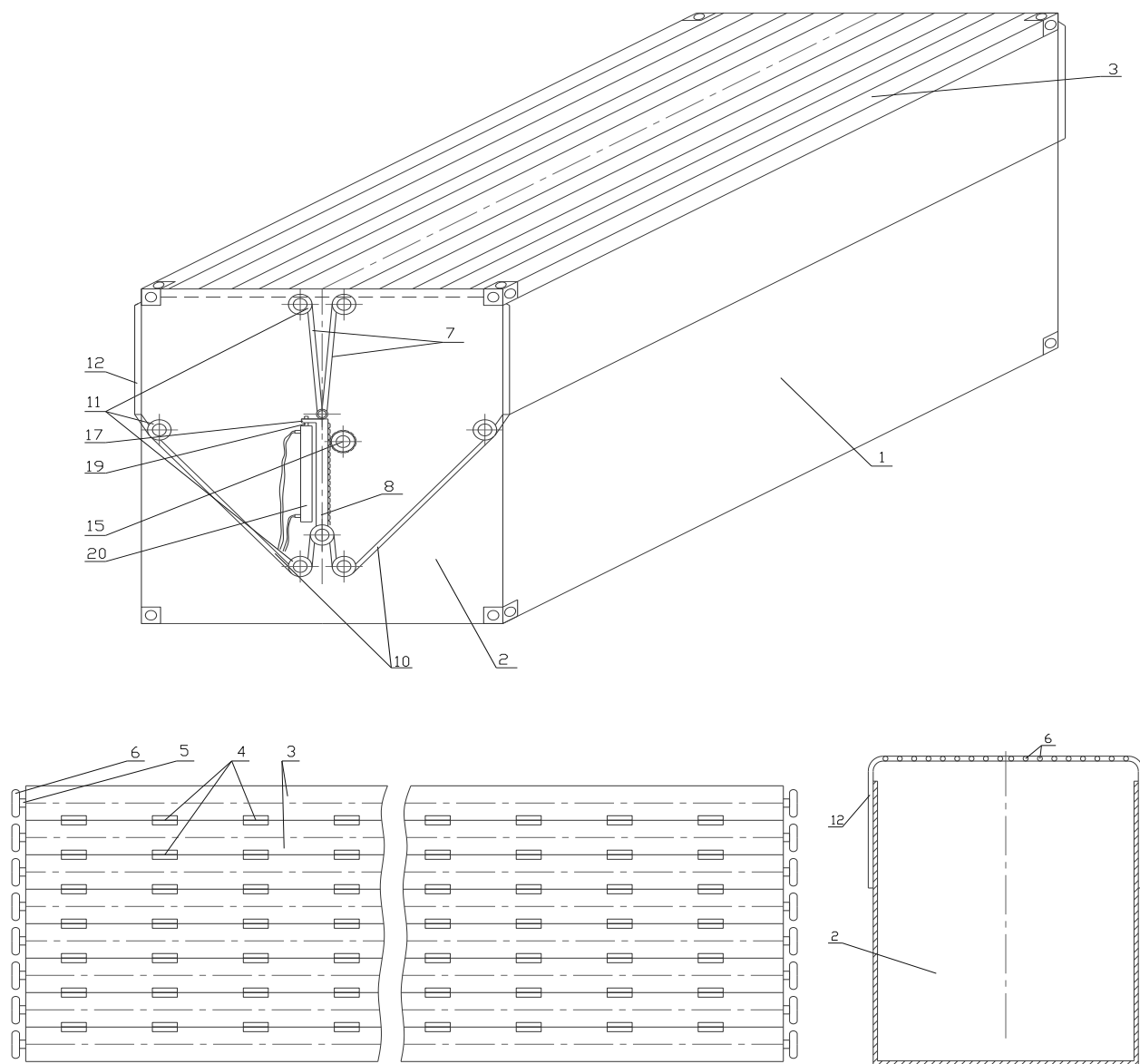
Закрытый контейнер готов к транспортированию и хранению сортового угля.

При разгрузке контейнера опрокидыванием операции открытия крышки контейнера повторяют.

Предложенная конструкция закрывания крышки для среднетоннажного контейнера не подходит для большегрузных контейнеров грузоподъемностью 20 – 70т. Во-первых, большие площади створок крышки требуют соответствующую им прочность конструкции, и как следствие, увеличение массы; во-вторых, появляется сложность в закрывании и открывании крышки из-за большой массы крышки, запирающего устройства; и, в-третьих, во время погрузки открытые створки крыши увеличивают высоту погрузки, что может привести к измельчению загружаемого сортового угля [18].

2.3 Конструкция контейнера для перевозки угля потребителям большой мощности

Конструкция крупнотоннажного контейнера для перевозки угля представлена сдвижной крышей [19], также состоящей из двух створок, представлен на рисунке 9.



Продолжение рисунка 9

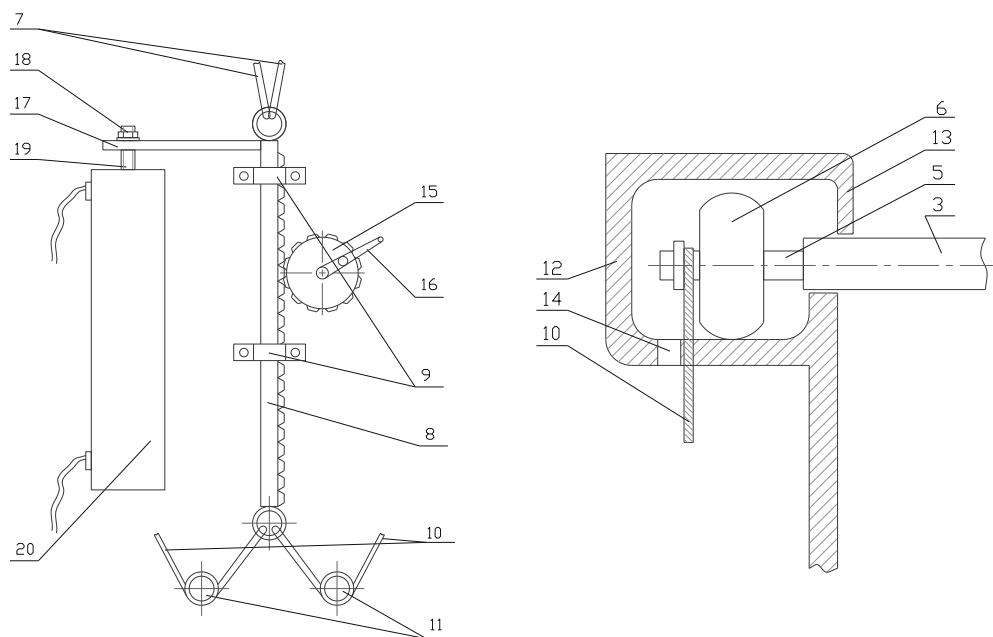


Рисунок 9 – Крупнотоннажный контейнер для перевозки угля со сдвижными створками крыши

Контейнер предназначен для разгрузки опрокидыванием, а погрузка осуществляется тогда, когда он установлен на транспортном средстве. В основном это железнодорожный или автомобильный транспорт, оборудованный пневмосистемой, что делает возможным использовать сжатый воздух в силовом приводе [19]. При этом пневмоцилиндры 20, имеющиеся на торцевых стенках контейнера, соединяются с пневмосистемой транспортного средства. Далее подаётся воздух в пневмоцилиндр, при этом шток 19, соединенный с упором 17, зубчатой рейки 8, выдвигается и увлекает за собой зубчатую рейку 8, которая перемещается относительно скоб 9 и торцевой стенке 2 контейнера [19].

Открытие и закрытие створок крыши контейнера можно производить и без применения пневмопривода, например, при проведении ремонтных работ. Для открытия или закрытия створок крыши элементом крепления 18 отсоединяют упор 17 от штока пневмоцилиндра 19. Затем накладывают рукоятку 16 на кремальерную шестерню 15, устанавливают ее и вращением рукоятки также обеспечивают перемещение зубчатой рейки 18 относительно торцевой стенки 2. Зубчатая рейка 18 связывает воедино два контура, образованные тросами 7, пластинами 3 створок крыши и тросами 10 [19]. При перемещении зубчатой рейки 18 вверх, трос 7, поддерживаемый блочками 11 становится слабым, а трос 10, также поддерживаемый блочками натягивается, увлекая за собой пластины 3 створок крыши, которые

благодаря шарнирам 4, обеспечивающими необходимую гибкость, опускаются вниз, снаружи боковых стенок 1. При этом бочкообразные колеса 6 на осях 5 прокатываются в профильных направляющих 12 [19].

Срабатывание пневмоцилиндров 20 с обеих сторон контейнера, возможно, не всегда будет синхронным, поэтому колеса 6 выполнены бочкообразными и установлены с большим зазором в профильных направляющих 12, для обеспечения работоспособности конструкции при некотором перекосе створок крыши в процессе их закрывания или открывания. Это же замечание справедливо и при ручном вращении кремальерных шестерен 15, одновременно двумя рабочими.

Длина зубчатой рейки 18 равна длине прохождения бочкообразными колесами 6 одной из створок крыши и с учетом поворота на боковую стенку 1 немного превышает половину ширины контейнера [19]. При достижении зубчатой рейкой 18 крайнего верхнего положения обе створки крыши полностью опустятся вниз, открывая всю площадь контейнера для погрузки. Смещенная в сторону внутреннего объема контейнера верхняя часть 13 профильных направляющих 12, закрывается поверхностью качения бочкообразных колес 6 от попадания загружаемого сыпучего груза, а отверстия 14 служат для удаления пыли при очистке профильных направляющих сжатым воздухом.

Для закрытия створок крыши необходимо зубчатую рейку 18 опустить вниз, также с помощью пневмоцилиндра 20, или вращая кремальерную шестерню 15, рукояткой 16 в противоположную сторону [19].

2.4 Конструкция специализированного контейнера для перевозки угля склонного к замерзанию в зимнее время

В зимнее время при перевозках сырого угля, уголь в вагонах смерзается. У предприятий заказчика присутствует проблема разгрузки и очистки вагонов от угля. Решить эту проблему мог бы мягкий контейнер в жестком каркасе, показанный на рисунке 10. Основная идея, представленная в конструкции, это передача динамических колебаний на мягкий контейнер при движении транспортного средства и особенно при разгрузке [20]. Что приводит к нарушению адгезионных связей перевозимого сырого угля с внутренней поверхностью контейнера. Контейнер, состоит из угловых стоек 1, промежуточных стоек 3, верхней обвязки 4 и опор 5 с гибким грузонесущим полотном из резинотросовых лент 8. Прочность конструкции

поддерживается благодаря канатам поддержки 7, закрепленных к опорам и стойкам элементами крепления 6 и троса 9 резинотросовой ленты 8, создающих решетчатую конструкцию и обладающие вместе с тем гибкостью, как в продольном, так и в поперечном направлении [20].

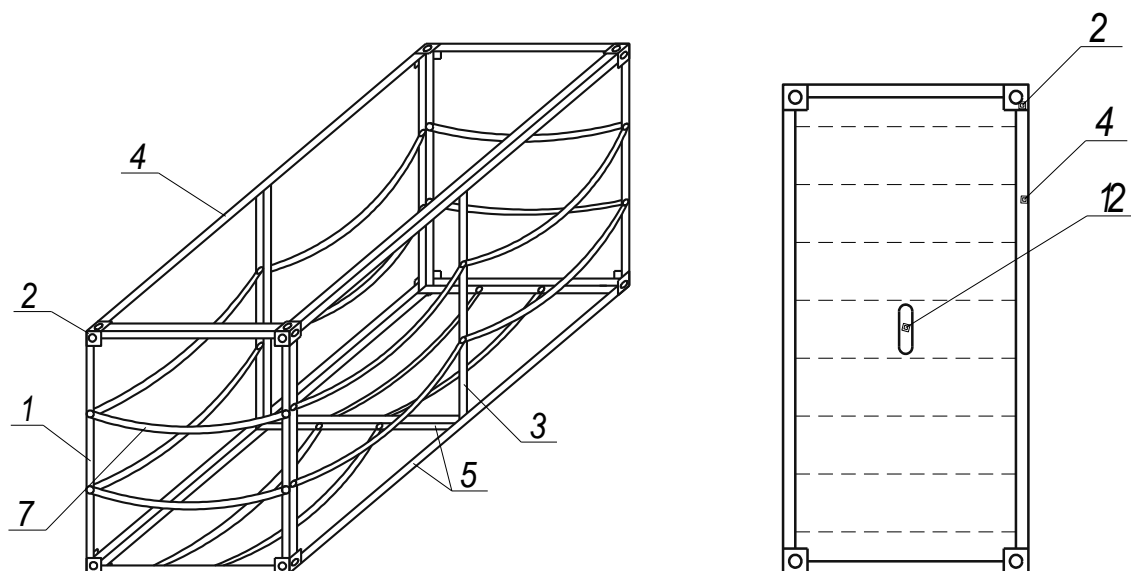


Рисунок 10 – Мягкий контейнер в жестком каркасе

При разгрузке контейнера грузозахватным устройством цепляют контейнер за фитинги 2, поднимают и подводят к месту разгрузки. Затем контейнер переворачивают. Канаты поддержки 7 вместе с грузонесущим полотном из резинотросовых лент 8 ослабевают из-за чего происходит провисание и возникшие колебания ломают адгезионные связи груза, с резинотросовой лентой, возникшие, например, при длительном простое. В перевернутом положении гибкое грузонесущее полотно удерживается пластиной 10 и элементами крепления 11 с верхней обвязкой 4 контейнера, и в центре днища контейнера элементом крепления 12 с промежуточной опорой 5 [21].

Применение предлагаемого контейнера для перевозки угля позволит снизить массу тары по сравнению с металлическим контейнером и сделать процесс разгрузки замороженного угля в зимнее время более легким.

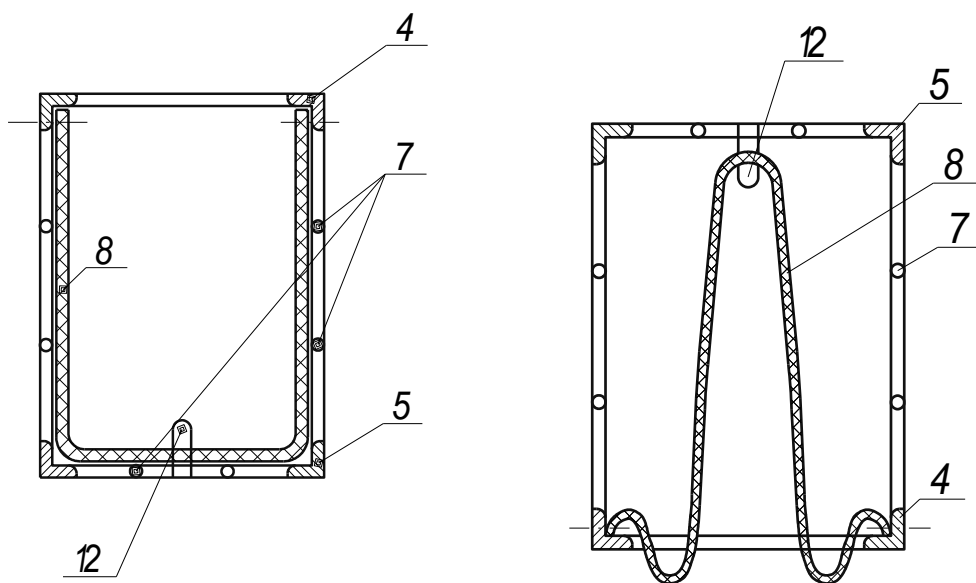


Рисунок 11 – Профиль мягкого контейнера в жестком каркасе

Предложенные конструкции контейнеров лишь схемы для более детальной конструкторской проработки, которая позволит выйти на оригинальную конструкцию, устраняющую отдельные недостатки предложенных схем и реализовать некоторые преимущества предлагаемых решений [21].

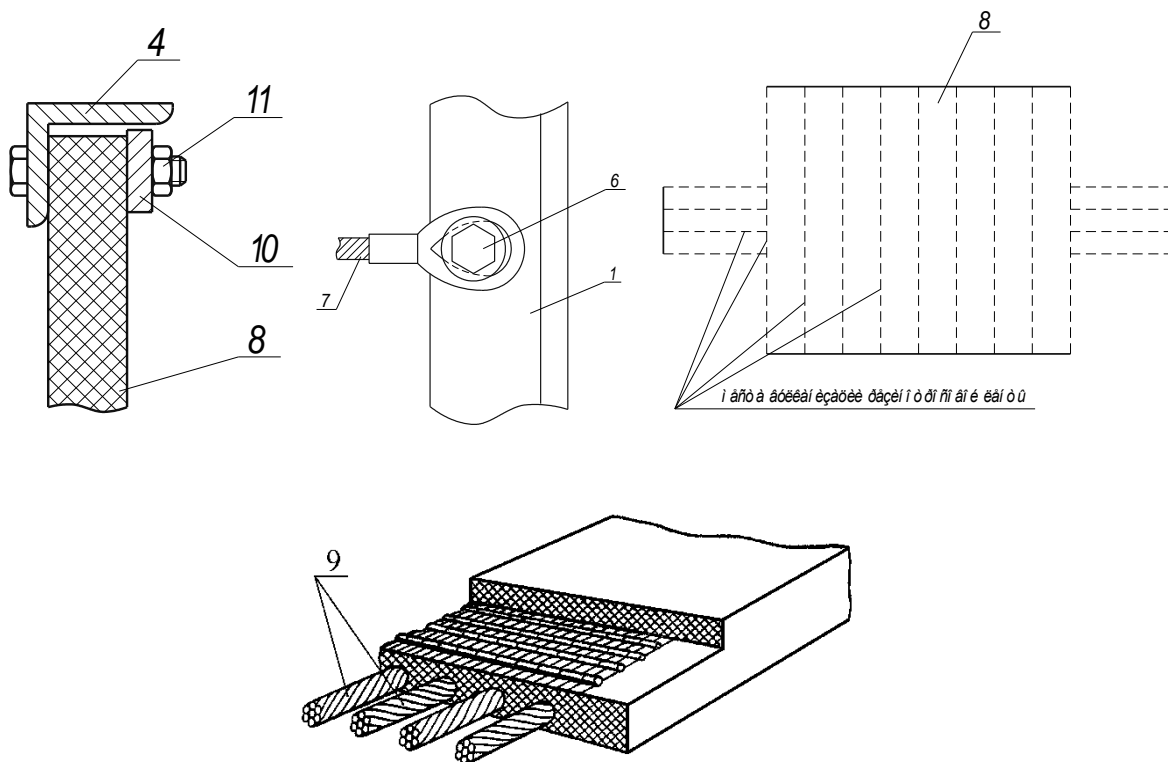


Рисунок 12 – Вид грузонесущего полотна мягкого контейнера в жестком каркасе.

3 ПАКЕТИРОВАНИЕ СОРТОВОГО УГЛЯ И БРИКЕТОВ

В настоящее время в продаже мелкопартионного сортового угля и брикетов практически нет (исключением является древесный уголь, поставляемый в торговую сеть для приготовления шашлыков). Минимальная партия угля, предлагаемая Гортопом к продаже, составляет 1 тонну и зачастую определяется грузоподъемностью транспортного средства, перевозящего уголь. Это положение совершенно не удобно при периодическом использовании топлива на дачах, отоплении бань, частных гаражей и др [21].



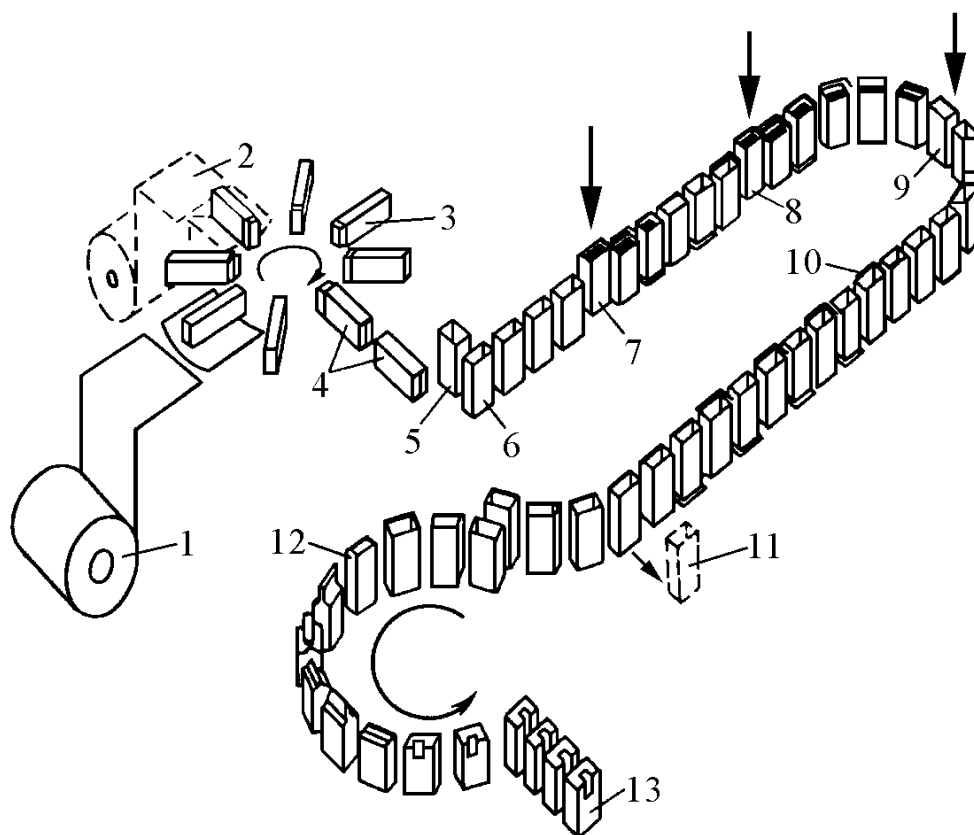
Рисунок 13 – Топливный пакет с углём класса 50-100

В этой ситуации оправдано, какую-то часть сортового угля и брикетов упаковывать, соответственно после сортировки и брикетирования, в сгораемые пакеты из крафт-бумаги или мешковины или полиэтилена, как на рисунке 14.



Рисунок 14 – Топливные брикеты

Линия по фасовки и упаковки топливных пакетов представлена на рисунке 15. Площадь размещения линии примерно 150...200 м² [21]. Бумага с рулонодержателем 1 через механизмы печати выходных данных о топливе, нанесения клея проходит на пакетоделательную карусель 3. Перед подачей на карусель бумага нагревается с целью обеспечения более надежной склейки пакетов.



1, 2 – рулонодержатели; 3 – пакетоделательная карусель; 4 – съем пакета; 5, 6 – передача пакета на операционный конвейер; 7, 8 – дозаторы; 9 –

контрольное взвешивание; 10 – виброуплотнение; 11 – отбраковка; 12 – запечатывание пакета; 13 – выдача готового пакета.

Рисунок 15 – Технологическая схема линии по фасовке и упаковке сортового угля и брикетов

На позиции 2 пунктиром показан второй рулонодержатель, которым может быть укомплектован автомат при упаковке сортового угля [21]. Угольные брикеты, достаточно упаковать в одинарный пакет.

В позиции 4 осуществляется сьем пакета и передача его на операционный конвейер (позиции 5, 6), затем заполнение пакетов двумя дозаторами (позиции 7, 8). При этом количество заполняемого топлива можно имеет возможность регулирования. На позиции 9 осуществляется контрольное взвешивание пакетов с углем, а на конвейере 10 уголь в пакете подвергается виброуплотнению. Позиция 11 – отбраковка и выталкивание его с конвейера в случае нарушения весового допуска, задаваемого на контрольно-взвешивающем устройстве [21]. В подготовленном виде пакет подается на запечатывающую карусель 12, где последовательно осуществляется заделка и заклейка верха пакетов, которые по выдающему конвейеру 13 подаются на укладку в сетчатый контейнер.

Представленные конструкции контейнеров и пакетов не претендуют на полноту разработки. Представленные варианты контейнеров для перевозки угля лишь технические предложения, требующие конструктивной проработки, в результате которой может быть найдено простое и надежное решение. Показанные варианты описывают возможность создания таких контейнеров и осуществления перевозок угля без потерь, с сохранением качества топлива не загрязняя при этом окружающую среду на этапах перевозки, перегрузки и хранения. Однако кроме конструктивных схем контейнеров для перевозки сортового угля и брикетов чрезвычайно важно знать какое их количество потребуется для конкретного потребителя, группы потребителей, населенного пункта, района – грузопотока [21].

4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОНТЕЙНЕРОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ УГЛЕПРОДУКТЫ

Под грузопотоком представляют количество угля, доставляемого в контейнерах какого-либо одного вида по конкретному, постоянному пути, и порожних контейнеров в обратном направлении по тому же пути [22]. Путь этот стартует с конкретного разреза, проходит через одни и те же перегоны и станции железной дороги, угольные склады, этапы пути других видов транспорта и завершается у потребителей одной категории (по типу контейнера).

Число контейнеров, перемещаемых в одном грузопотоке обозначим $N_{K,i}$, где i – номер грузопотока. Размеры всего контейнерного парка складываются суммой $\sum_i N_{K,i}$, где суммирование ведется по всем грузопотокам.

Существующая практика расчетов показывает, что при нахождении размеров контейнерного парка некоторого грузопотока без учета необходимого резерва контейнеров на неравномерность этого потока, используют формулу (индекс i считается фиксированным и поэтому далее везде опущен)

$$N_K = \frac{Q_G}{M_y \cdot N_{об}}, \quad (1)$$

где Q_G – годовой объем перевозок по данному грузопотоку, т.,

M_y – масса угля в контейнере, т,

$N_{об}$ – число оборотов контейнера в год.

Величина M_y находится в зависимости от типа контейнера, обслуживающего грузопоток, и является известной [22]. При фактическом переходе от существующего способа снабжения потребителя рядовым углем к контейнерному снабжению сортовым углем список потребителей, подключенных к грузопотоку находим по статистическим данным. Обозначим $Q_{Г,Р}$ – объем годового потребления этими потребителями рядового угля. Тогда величина $Q_Г$ находится по формуле:

$$Q_Г = 0,7 \cdot Q_{Г,Р}.$$

Эта формула нужна для того, что в доставляемом потребителю рядовом угле содержится до 30 % мелочи и угольной пыли [22]. Угольная пыль и мелочь не используются при слоевом способе сжигания топлива, так как – либо проваливаются через колосниковую решетку, либо уходит с дымом в трубу.

Величина $N_{об}$ учитывает, что часть контейнеров находится в ремонте и в среднем каждый контейнер находится в обороте не весь год. Согласно

$$N_{об} = \frac{365(1 - \beta)}{T_{об}}, \quad (2)$$

где β – коэффициент, определяющий время нахождения контейнера в ремонте;

$T_{об}$ – время оборота контейнера, сут.

Время оборота контейнера разбиваем на три части:

$$T_{об} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (3)$$

где t_1 – время пребывания контейнера на угольном разрезе,

t_2 – время нахождения контейнера в пути,

t_3 – время пребывания контейнера у потребителя.

Время t_1 в свою очередь определяется как:

$$t_1 = t_{np.} + t_{ног.}$$

где $t_{np.}$ – время простоя контейнера на складе разреза в ожидании погрузки. (На разрезе должен находиться запас порожних контейнеров для обеспечения бесперебойной работы горного погрузочного оборудования);

$t_{ног.}$ – время погрузки угля в партию контейнеров, находящихся в одной транспортной единице (поезд, автомобиль), а также может включать в себя время погрузки контейнеров со склада разреза в транспортное средство.

Время t_2 складывается из времени транспортирования различными видами транспорта плюс время простоя на складах в пунктах перегрузки:

$$t_2 = t_{жд.} + t_{ав.} + t_{год.} + t_{скл.}, \quad (4)$$

где $t_{жд.}$ – время в пути по железной дороге, включая сортировку вагонов на станциях и заканчивая подачей вагонов под кран станции назначения;

$t_{ав.}$ – время доставки контейнеров автотранспортом, включает в себя время транспортирования плюс время погрузо-разгрузочных операций;

$t_{вод.}$ – время перевозки контейнеров речным транспортом, включает в себя время транспортирования, время ожидания судов на рейде, а также погрузо-разгрузочных операций;

$t_{скл.}$ – время простоя контейнеров на промежуточных складах (складах перевалки).

Время простоя контейнера у потребителя связано с необходимостью иметь определенный запас топлива, связанный с неравномерностью работы транспорта, а также возникновением форс-мажорных обстоятельств [23]. Для каждой котельной запас находится индивидуально. В общем виде, время нахождения контейнера у потребителя находится из выражения:

$$t_3 = t_{хр.} + t_{выг.} + t_{ож.},$$

где $t_{хр.}$ – время хранения угля в контейнере до использования;

$t_{выг.}$ – время выгрузки угля из контейнера связано производственной мощностью котельной и имеющимся оборудованием для разгрузки;

$t_{ож.}$ – время нахождения порожнего контейнера у потребителя до отгрузки его в средства транспорта.

В частном секторе вопрос о хранении угля в контейнере до его полного использования и обмене порожнего контейнера на груженный считается в индивидуальном порядке и будет зависеть от экономических, технологических соображений. Однако при нежелании использовать контейнер для хранения угля, для его разгрузки индивидуальным потребителем необходимо предусмотреть до 3 суток [23].

Формула (1) не учитывает неравномерность грузопотока, однако существующая практика угольных перевозок говорит о высокой его неравномерности. Главными причинами этой неравномерности являются:

- сезонность потребления угля;
- неравномерность, связанная с взаимодействием различных видов транспорта между собой и с погрузо-разгрузочными работами на складах, а также с дискретностью самого грузопотока.

Сезонность в потреблении угля обусловлена тем, что уголь используется главным образом для отопления в холодное время. Статистические данные о закупках угля имеют ярко выраженную годовичную

периодичность – минимальных в конце весны и летние месяцы, и достигая максимальных своих значений в зимние месяцы.

Неравномерность в железнодорожных перевозках связана со случайным характером среднесуточной скорости локомотивосоставов, и колебаниями числа вагонов, прибывающих на угольный (контейнерный) склад в сутки [24]. Несоответствие числа прибывших вагонов фронту погрузо-разгрузочных работ склада приведет к простоям вагонов и контейнеров. Неизбежное несоответствие числа прибывших контейнеров числу потребляемых в сутки приводит к их накоплению на угольном складе и простоям, что повышает время оборота контейнера, а, следовательно, и число контейнеров и не учитывается в формуле (3).

Существуют несколько способов учета неравномерности грузовых потоков. Наиболее часто неравномерность учитывают введением коэффициента в формулу (1), т.е. вычисляя число контейнеров по формуле:

$$N_K = \frac{Q_G \cdot K}{M_y \cdot N_{об}}. \quad (5)$$

Коэффициент неравномерности K – чаще всего константа, выбранная из каких-либо общих соображений или найденная в результате обработки экспериментальных или статистических данных. Реже K – переменная величина, зависящая функционально от других входных параметров задачи, например, общей длины пути перевозки груза. При этом сама функциональная зависимость тоже получается обычно в результате обработки статистических данных.

Второй способ учета неравномерности – увеличение времени $T_{об}$ оборота контейнеров путем введения в формулу (3) дополнительного слагаемого или сомножителя. Такой способ несколько сложнее даётся обоснованию, не одинаково хорошо учитывает различные причины неравномерности и поэтому реже применяется на практике [24].

Для учета неравномерности угольного грузопотока рекомендуется использовать сочетание приведенных выше двух способов. При этом первый из них предлагается использовать для учета сезонной неравномерности угольного грузопотока, а второй – для учета транспортной дискретности грузопотока и нахождения контейнеров в местах взаимодействия различных видов транспорта между собой и с погрузо-разгрузочными работами.

Как уже говорилось, сезонная неравномерность угольного грузопотока зависит от объективных причин климатического характера [24]. Для

бесперебойного обеспечения потребителей углем необходимо иметь контейнерный парк достаточного объема, который сможет выдержать самую высокую в году интенсивность потребления. Таким образом, в основе расчета коэффициента неравномерности находится максимальная в году интенсивность потребления, которую можно оценить по имеющимся статистическим данным потребления рядового угля. Теоретически строго интенсивность (скорость) потребления представляет собой производную по времени от функции потребления [24]. В рассматриваемом практическом ее применении, когда функция потребления (ее аналитический вид) не найдена, можно либо строить аппроксимацию этой функции по статистическим данным и затем находить интенсивность потребления понимая, что это не сама интенсивность, а только ее оценка, либо сразу найти оценку интенсивности потребления из статистических данных. Ниже применяется второй, более простой путь. Будем принимать усредненную интенсивность потребления угля, которую будем вычислять по формуле:

$$I(\tau, t) = \frac{Q(\tau, t)}{\tau}, \quad (6)$$

где τ – некоторый период времени, в сут.;

t – текущее время, соответствующее началу временного периода τ ;
 $Q(\tau, t)$ – объем потребляемого за этот период τ рядового угля (т).
 Интенсивность потребления - величина переменная, зависящая от двух временных параметров, т.е. является функцией двух переменных. Область определения этой функции $0 < t < \infty$; $0 < T < \infty$. Учитывая ярко выраженную годовую периодичность в потреблении угля для практических расчетов можно считать текущее время t – днем года (его порядковым номером в году). Для расчетов в интересующем нас аспекте величину периода τ бессмысленно брать слишком большой – большей половины года, т.к. в противном случае сезонная неравномерность потребления будет существенно занижена большим периодом осреднения τ . Если рассматриваемый угольный грузопоток обслуживает коммунально-бытовой сектор, индивидуального потребителя, которому уголь доставляется автотранспортом с угольного склада, то величину периода τ не следует брать и сильно маленькой (меньше недели), т.к. иначе в функции $I(\tau, t)$ скажется нулевое потребление в выходные дни. Поэтому для функции $I(\tau, t)$ можно ограничиться областью:

$$0 \leq t \leq 365, 7 \leq \tau \leq 200. \quad (7)$$

Не нужно никаких специальных исследований функции (6), чтобы понять, что наибольшие значения интенсивности соответствуют средним – зимним значениям t и наименьшим значениям τ . Поэтому использование наибольшего значения функции $I(\tau, t)$ в области ее определения (7) для вычисления коэффициента неравномерности дает сильное его завышение.

Для того, чтобы разобраться, какое значение средней интенсивности использовать для получения коэффициента неравномерности K , подставим (2) в формулу (1):

$$N_K = \frac{Q_\Gamma}{365} \cdot T_{об} \cdot \frac{1}{M_y(1 - \beta)}. \quad (8)$$

Величина $\frac{Q_\Gamma}{365} = I(365) = I_\Gamma$ есть средняя годовая интенсивность потребления угля (т/сут.).

Для обеспечения большей, чем I_Γ , средней интенсивности потребления угля I^* , контейнерный парк следует увеличить, подставив в (4.8) I^* вместо

$$\frac{Q_\Gamma}{365}.$$

$$N_K = I^* \cdot T_{об} \frac{1}{M_y(1 - \beta)} \quad (9)$$

Это значит, что коэффициент неравномерности K в (5) следует находить по формуле

$$K = \frac{I^* \cdot 365}{Q_\Gamma}. \quad (10)$$

Среднюю интенсивность I^* будем находить по формуле:

$$I^* = I(\tau^*, t^*) = \max_{0 \leq t \leq 365} I(\tau^*, t). \quad (11)$$

Она действует во временном отрезке $t^* \leq t \leq t^* + \tau^*$, а вне его средняя интенсивность имеет меньшие значения. В формуле (9) средняя интенсивность I^* «работает» во временном отрезке длиной $T_{об}$. Если $\tau^* > T_{об}$, то рассчитанного по (9), (11) парка контейнеров не хватит для обеспечения средней интенсивности I^* потребления угля на всем отрезке $t^* \leq t \leq t^* + \tau^*$, и в

какой-то момент времени этого отрезка спрос на уголь в контейнерах не будет удовлетворен. Если же $\tau^* < T_{об}$, то число контейнеров, подсчитанное по (9), (11) будет избыточным. Таким образом, необходимым и достаточным числом контейнеров для бесперебойного снабжения потребителей углем будет N_K , найденное по формуле (9) (или, что тоже самое по формулам (5), (10)), где:

$$I^* = \max_{0 \leq t \leq 365} I(T_{об}, t). \quad (12)$$

Для учета неравномерности угольного грузопотока, вызванной взаимодействием различных видов транспорта, рассмотрим поток угля Q . Он начинается в пункте **О** – местоположение, откуда отправляется уголь (угольный разрез) и заканчивается в пункте **П** – местоположение, куда прибывает уголь (потребитель) [24]. Географически (геометрически) этот путь выглядит собой сложную линию, но применительно к данному рассмотрению его геометрическая форма значения не имеет, и его будем рассматривать отрезком прямой линии. Через каждую точку этого отрезка, но не в каждый момент времени, перевозят уголь. Угольный поток, представляет собой интенсивность перемещения угля по отрезку **ОП** и измеряется в (т/сут.), является функцией двух переменных $Q(x; t)$, где x – пространственная переменная, координата точки на отрезке **ОП**; t – время. Время t будем измерять в сутках, переменную x – в километрах [24]. Точке **О** соответствует значение $x=0$, тогда точке **П** будет соответствовать $x=l$, где l – длина пути от **О** до **П**. Моментом времени, соответствующим началу изучения процесса транспортирования угля будем считать $t=0$. В этих допущениях область определения функции $Q(x; t)$ имеет вид:

$$0 \leq x \leq l, \quad 0 < t < \infty. \quad (13)$$

Транспортирование угля осуществляется в основном дискретным (автомобиль, вагон) видом транспорта, поэтому аналитический вид функции $Q(x; t)$ имеет разрывы в тех точках x отрезка **ОП** (или $[0; l]$), где в данный момент времени t нет транспортного средства с углем (т.е. почти везде), функция $Q(x; t)=0$. В точке x , где в момент времени t есть транспортное средство, $Q(x; t)$ принимает очень большое значение (не будем его конкретизировать), но не бесконечное, т.к. транспортное средство имеет не нулевые размеры, хотя и очень маленькие по сравнению с длиной пути l .

Функция $Q(x; t)$ показывает истинное состояние процесса транспортирования угля, но ее не строят, и на практике не используют. Для практических расчетов применяется усреднение по времени значения функции $Q(x; t)$, чаще такие, когда период осреднения измеряется месяцами. При таком большом периоде осреднения пространственная координата x теряет свое значение, а осредненная функция не отражает характер транспортирования угля [24]. Такая функция зависит только от одной переменной – времени t , является кусочно-постоянной и рассматривается уже не как функция, а как набор нескольких значений. Однако этот набор содержит объективную информацию, которая в зависимости от ее использования может быть (а часто и является) достаточной. В рассматриваемом случае изучения особенностей транспортировки угля такая информация не будет достаточной. Ниже используется другой вариант осреднения функции $Q(x; t)$.

Пронумеруем транспортное средство, проходящее по отрезку **ОП**. Зафиксируем некоторую точку $x \in [0; l]$. Период времени от того момента $t_{x, i-1}$, когда через эту точку x прошел конец $(i-1)$ – транспортного средства, до того момента $t_{x, i}$, когда через x прошел конец i – го транспортного средства, обозначим $\tau_{x, i}$. Массу угля в i – ом транспортном средстве обозначим m_i . Тогда на временном отрезке $t_{x, i-1} < t < t_{x, i}$ осредненная $Q(x; t)$ задается формулой

$$\tilde{Q}_{(x, t)} = \frac{m_i}{\tau_{x, i}}. \quad (14)$$

В формуле (14) рассматривается, что, во-первых: через данную точку x трассы уголь транспортируется только одним видом транспорта, и во-вторых: транспортные единицы не обгоняют друг друга. Реальный процесс транспортирования может выйти за рамки этих ограничений. Однако, первое из данных ограничений в соответствии с принятым выше определением грузопотока всегда соблюдается, т.е. если реально по одному отрезку пути уголь перевозят сразу несколькими видами транспорта, то это отдельные угольные потоки, пусть и совпадающие в пространстве. Второе ограничение не принципиальное, т.к. изучая взаимодействие различных видов транспорта, принимаем, что транспорт работает идеально. Заметим далее, что формула (14) допускает разбиение всей трассы на отрезки, каждый из которых обслуживается своим видом транспорта. Отметим другие особенности функции $\tilde{Q}_{(x, t)}$, а именно, реальные скорости транспортных средств носят переменный, случайный характер, и период $\tau_{x, i}$ в другой точке x отрезка **ОП** может иметь другое значение, т.е. период $\tau_{x, i}$ является функцией от x : $\tau_{x, i} =$

$\tau_i(x)$. Масса угля m_i , если брать во внимание его потери при транспортировании, тоже является функцией от x ; $m_i = m_i(x)$. Эта функция, естественно, убывающая и очень медленно меняется, когда процесс транспортирования проходит благополучно, без аварий.

Функция $\tilde{Q}_{(x,t)}$ удобнее, чем $Q_{(x,t)}$ и заменяет последнюю при получении интегральных оценок на интервалах времени больших $\tau_{x,i}$. На временных интервалах меньшей длины она тоже полезна, т.к. сохраняет все особенности процесса транспортирования, хотя и требует некоторой внимательности при применении.

Задача транспортировки угля, заключается в своевременном удовлетворении потребностей потребителя в угле, будет решена, если параметры функции $\tilde{Q}_{(x,t)}$ угольного потока удерживаются в заданных пределах. Спрос на уголь в виде заявки попадает в пункт **О** к отправителю. В соответствии с заявкой в начальной точке трассы $x=0$ формируется угольный поток $\tilde{Q}_{(0,t)}$ и задача транспортных организаций переместить этот угольный поток по трассе без изменений.

На практике, в транспортировке угля могут участвовать два и более видов транспорта, и на отрезке **ОП** есть пункт **С**, где происходит перегруз угля с одного вида транспорта на другой. Кроме погрузо-разгрузочного и другого оборудования в пункте **С** будет и угольный склад, размеры которого зависят от возложенных на пункт **С** задач. Например, в пункте **С** происходит перегруз угля из крупных транспортных единиц на более мелкие, например, с железнодорожного транспорта на автомобильный. Для железной дороги транспортной единицей в этих расчетах будет железнодорожный состав. Обозначим m_c массу угля в железнодорожном составе, а m_a - массу угля в автомобиле. Для простоты будем считать, что используется автомобиль одного типа, т.е. любой автомобиль перевозит m_a угля. Обозначим τ_c период времени между прибытием двух железнодорожных составов, а τ_a - интервал времени между автомобилями. В соответствии с формулой (14) в пункт **С** поступил в течение времени τ_c угольный поток $\tilde{Q} = m_c / \tau_c$ (индексы i и x здесь опущены). Угольный поток, выходящий из пункта **С**, равен m_a / τ_a . Поскольку параметры угольного потока не меняются после прохождения им точки **С**, то

$$\frac{m_a}{\tau_a} = \frac{m_c}{\tau_c}, \text{ откуда } \tau_a = \frac{m_a}{m_c} \cdot \tau_c \quad (15)$$

Исходя из того, что транспорт простаивать не должен, а также то, что поступивший на пункт **С** уголь не будет моментально реализован, уголь будет находиться на угольном складе пункта **С** и вывозиться оттуда

автомобилями с интервалами τ_a в течение временного периода τ_c . Таким образом, неизбежен простой контейнеров с углем на промежуточном складе пункта С.

Заметим, что приведенные выше рассуждения о потоке угля $\tilde{Q}_{(x,t)}$ связаны с самим углем и не зависят от того, в контейнерах он транспортируется или навалом. Время выгрузки угля из железнодорожного состава на угольный склад пункта С включено в интервал τ_c . Обозначим t_c – момент окончания выгрузки угля из железнодорожного транспорта, а t_a – момент времени, когда начинается отгрузка вновь прибывшего угля на автотранспорт. Интервал времени

$$\tau_{ca} = t_a - t_c \quad (16)$$

есть задержка угля на угольном складе пункта С, связанная с используемым оборудованием и технологией ведения перегрузочных работ. Для существующего способа транспортирования угля навалом эта величина положительная, т.к. отгрузка нового угля возможна только после выгрузки железнодорожного состава и дополнительных работ по формированию буртов и т.п. При транспортировании угля в контейнерах, отгрузка контейнеров на автомобили может осуществляться во время выгрузки состава, т.е. с колес на колеса. Это не замедляет процесс выгрузки, момент t_a в этом случае совпадает с началом выгрузки, а величина τ_{ca} становится отрицательной.

Время погрузки автомобиля входит в интервал τ_a . Работа транспорта предполагается идеальной, т.е. в момент t_a под погрузку подходит автомобиль. Уголь, попавший в первый автомобиль, задерживается в пункте С на время погрузки автомобиля, но это время учтено в τ_a . Это уголь не имеет дополнительного простоя, связанного с взаимодействием различных видов транспорта. Второй автомобиль подходит под погрузку через время τ_a , следовательно, уголь, попавший в него, имеет дополнительный простой τ_a . Уголь, находящийся в третьем автомобиле имеет дополнительный простой $2\tau_a$ и т.д.. Уголь, выгруженный из железнодорожного состава в последнюю очередь имеет простой $\tau_c - \tau_a$. Средний дополнительный простой одной тонны угля составляет

$$\frac{1}{m_c} (m_a \cdot 0 + m_a \cdot \tau_a + m_a \cdot 2\tau_a + \dots + m_a (\tau_c - \tau_a)) = \frac{m_a}{m_c} (0 + \tau_a + 2\tau_a + \dots + (\tau_c - \tau_a)).$$

Пользуясь известной формулой суммы членов арифметической прогрессии $a_1 + a_2 + \dots + a_n = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$, находим средний дополнительный простой

$$\frac{m_a}{m_c} \cdot \frac{1}{2} (0 + (\tau_c - \tau_a)) \cdot \frac{m_c}{m_a} = \frac{\tau_c - \tau_a}{2},$$

где $\frac{m_c}{m_a}$ - число автомобильных рейсов - и есть число членов этой арифметической прогрессии. Общий средний простой одной тонны угля в пункте С равен

$$t_{np} = \frac{\tau_c - \tau_a}{2} + \tau_{ca},$$

что с учетом (15) дает формулу

$$t_{np} = \frac{m_c - m_a}{2m_c} \cdot \tau_c + \tau_{ca}. \quad (17)$$

Если перегрузка угля производится с относительно мелких транспортных единиц на более крупные, например, с автомобильного транспорта на железнодорожный или речной, то все происходит в обратной последовательности. В течение времени τ_c на угольный склад завозится уголь и накапливается там, а затем грузится на крупную транспортную единицу. Формула (17) остается верной и в этом случае [24]. Если перевозка угля осуществляется в контейнерах, то возникают встречные перевозки порожних контейнеров, которые представляют собой точно такой же встречный поток, а на перегрузочном угольном складе точно также накапливаются порожние контейнеры, и затем грузятся и вывозятся железнодорожным транспортом. Простой порожних контейнеров также может быть найден по формуле (17). Заметим, что реальное время дополнительного простоя, вычисляемое по формуле (17) не так велико, как может показаться на первый взгляд. Дело в том, что при перевозках угля, особенно при контейнерных перевозках угольный склад пункта С будет обслуживать не один грузопоток, и через него будут проходить контейнеры разной грузоподъемности [24]. Если считать, что железнодорожные составы будут доставлять уголь всеми типами контейнеров одновременно, то время τ_c будет определяться суммарным потоком угля, проходящим через пункт С, и будет одно для всех грузопотоков. Величина же m_c для отдельного грузопотока, есть масса контейнеров с углем только этого грузопотока, а не всего состава. Коэффициент из формулы (17) удовлетворяет неравенствам

$$0 \leq \frac{m_c - m_a}{2m_c} < \frac{1}{2},$$

и если величины m_c и m_a отличаются существенно, то он близок к $1/2$. Величина τ_{ca} , отрицательная она или положительная, измеряется несколькими часами, так как длина железнодорожного состава соответствует фронту погрузо-разгрузочных работ и производительности оборудования угольного склада. Эта величина также одинакова для всех грузопотоков.

Таким образом, главный вклад в формулу (17) вносит величина τ_c , которая зависит от объемов угольных перевозок, проходящих через угольный склад, а не от объемов отдельных грузопотоков или их числа. Реальное время дополнительного простоя у различных грузопотоков, проходящих через один угольный склад, примерно одинаковое. Они отличаются слабо, только за счет своих величин m_c и m_a .

Если уголь проходит не один угольный склад, то время дополнительного простоя по этим складам суммируется. Суммарное время дополнительного простоя прибавляется к $T_{об}$ в формуле (9) для расчета числа контейнеров, необходимого для функционирования данного грузопотока [23].

Поскольку объем угольных перевозок существенно меняется в течение года, то будет меняться величина τ_c и время дополнительного простоя. Как было показано выше, объем контейнерного парка рассчитывается из условия обеспечения интенсивности угольного потока I^* , вычисляемой по формуле (12). I^* - наибольший ожидаемый угольный поток, поэтому величина τ_c рассчитывается для данной интенсивности, т.е. по формуле

$$\tau_c = \frac{m_c}{I^*}, \quad (18)$$

где m_c - масса угля железнодорожного состава, а I^* - рассчитывается по формуле (12) не для отдельного грузопотока, а для ожидаемого суммарного потока угля в контейнерах, проходящего через угольный склад С.

Следует подчеркнуть одну вычислительную особенность приведенных выше формул. Величина I^* по формуле (12) вычисляется через $T_{об}$, используется в формуле (18) при вычислении τ_c и попадает в формулу (17) для вычисления времени дополнительного простоя, которое в свою очередь прибавляется к $T_{об}$ изменяя эту величину. Для вычисления приемлемо точных значений величин I^* и $T_{об}$ используется итерационная процедура:

$$\begin{cases} I^{*(i)} = \max_{0 \leq t \leq 365} I(T_{об}^{i-1}, t), i=1,2,\dots \\ T_{об}^{(i)} = T_{об}^0 + \frac{m_c - m_a}{2m_c} \cdot \frac{m_c}{I^{*(i)}} + \tau_{ca} = T_{об}^0 + \frac{m_c - m_a}{2I^{*(i)}} + \tau_{ca}, \end{cases} \quad (19)$$

где $i = 1, 2, \dots$ - номер итерации, $T_{об}^{(0)}$ подсчитывается по формуле (4.3) без учета дополнительного времени простоя, m_c - по формуле (4.18).

Вычисления по формулам (19) считаются до требуемой точности. Найденная $T_{об}^{(i)}$, применяется, как $T_{об}$ в формуле (12) при вычислении I^* , где подсчеты ведутся уже по одному грузопотоку. Затем эти величины $T_{об}$ и I^* , используются в формуле (9) для окончательного нахождения числа контейнеров, необходимого для бесперебойного функционирования данного грузопотока. Суммарное число контейнеров по всем грузопотокам и есть искомый объем всего контейнерного парка.

В качестве примера найдем число контейнеров, необходимых для транспортирования угля потребляемого котельной на улице Норильская г. Красноярск. Эта котельная, оборудованная паровыми котлами ДКВР 4-13 Бийского завода, используя уголь Бородинского разреза, поэтому угольный поток является простым. Уголь доставляется автомобильным транспортом с угольного склада ст. Бугач ГОРТОПа. Среднесуточное потребление составляет 32 т. Расчетное время доставки груженого контейнера составляет 1,5 суток (хотя известны случаи доставки угля за 6 часов); с учетом доставки порожнего контейнера в обратном направлении и времени $t_3=3$ сут. получим $T_{об} = 6$ сут. Потребление угля котельной во время отопительного сезона практически остаётся неизменным, поэтому вычисление I по формуле (19) дает $I = 33$ т/сут. Будем считать, что уголь доставляют в контейнерах грузоподъемностью 10 т., т.е. $M=10$. Коэффициент β на практике меняется в широком диапазоне. Возьмем примерно среднее его значение $\beta = 0,07$. Подставляя найденные величины в (10) и (9) находим $K = 1,547$, $N_K = 22$, т.е. при переходе данной котельной на контейнерный способ доставки угля потребуется 22 контейнера.

Одна половина этих контейнеров будет находиться в движении, а вторая на складе у потребителя. Конструкция контейнеров позволяет устанавливать их друг на друга в 3-5 ярусов. Считая, что на складе потребителя контейнера будут установлены в 2 яруса, они займут площадь 6 контейнеров. Объемный вес угля изменяется в пределах 0,8-1,2 т/м³. Берём объемный вес угля равным 1,0 т/м³. Универсальный контейнер с внутренним объемом 10 м³ имеет размеры контейнера УУК-5 с габаритами

2100x2650x2400, приведенный в таблице 1. То есть 6 контейнеров займут площадь около 34 м². Существующий угольный склад котельной содержит неснижаемый 15 суточный запас угля, т.е. 480 т. Уголь складировается в виде бесформенного бурта, высота которого 1,5-2,5 м, а площадь 300-400 м². Площадь самого склада гораздо больше и включает, кроме угольного бурта, места разгрузки угля, доставляемого автотранспортом. Для хранения неснижаемого запаса угля на котельной понадобится 48 десятитонных контейнеров, которые займут площадь около 140 м², а вместе с обслуживающим этот склад грузоподъемным оборудованием 200-250 м².



Рисунок 16 – Котельная

В качестве второго примера рассчитаем число контейнеров, которые будут обеспечивать углем частного потребителя г. Красноярска, который также будем считать, приобретает уголь Бородинского разреза с того же угольного склада ст. Бугач ГОРТОПа. По данным за 2016 г. населением было сделано 3133 покупки угля общей массой 13173 т. Проживающие в городе частники создают компактную группу потребителей, поэтому при расчетах

всех частных в г. Красноярске будем принимать единым потребителем, а угольный поток простым. При выборе необходимого для перевозки угля контейнера, следует учесть, что средняя масса одной покупки угля составляет около 4,2 т. Исследуя статистику закупок, приведенной на рисунке 17, замечаем, что наибольшее их число 798 приходится на 4 т. Однако число покупок массой 2 т (714) и 3 т (718) ненамного меньше. Далее, в контейнерах предполагается доставлять не содержащий мелочь сортовой уголь, что позволяет уменьшить объемы поставок на 30 %, а все данные о поставках умножить на поправочный коэффициент 0,7. Все это позволяет сделать вывод о том, что при переходе на контейнерный способ доставки угля основным спросом будут пользоваться контейнера грузоподъемностью 2,8 т., имеющие размеры 1800х1050х2000 контейнера АУК-1,25 и грузоподъемностью 1,3 т. с размерами 1150х1000х1700 контейнера АУК-0,625, представленных в таблице 1.

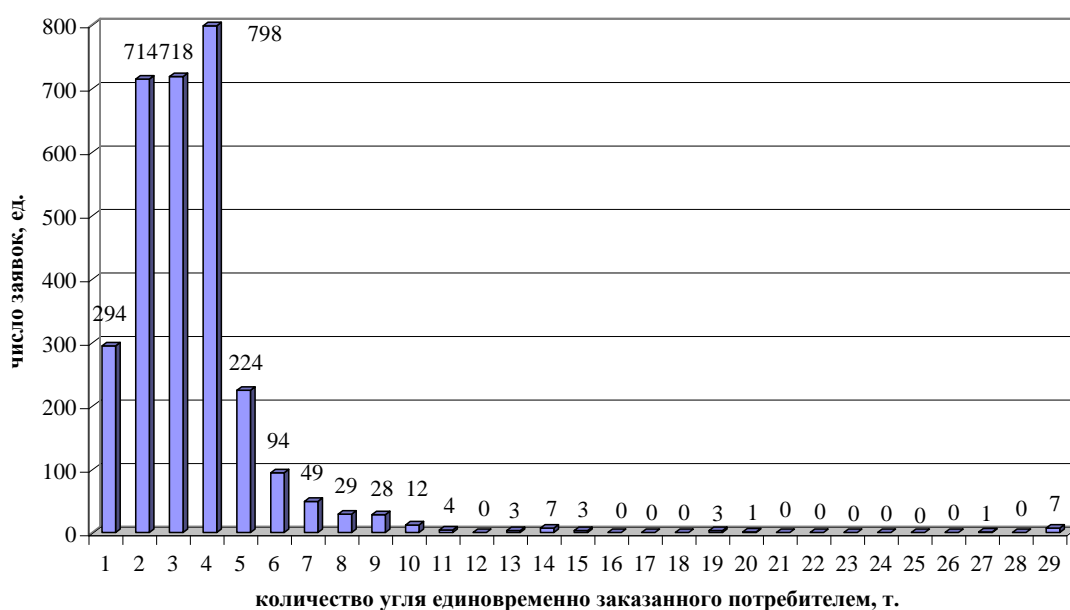


Рисунок 17 – Закупки населением г. Красноярска в 2016 году

Разумеется, для качественного обслуживания населения будут необходимы контейнера и других грузоподъемностей. Задача грамотного составления контейнерного парка, т.е. определения всех необходимых типов контейнеров и их доли в численности парка, представляется довольно сложной, и здесь решаться не будет. Рассчитаем число контейнеров для случая, когда весь парк состоит из контейнеров одного типа. Способ доставки угля принципиально не отличается от

рассмотренного ранее примера с котельной, поэтому время доставки будет составлять 1,5 суток. Далее много зависит от того, использует ли частник контейнер для хранения угля или нет.

Рассмотрим сначала второй случай, т.е. контейнер для хранения угля не используется. В этом случае потребителю купившему уголь дается время $t_3 = 3$ суток на выгрузку контейнера. Тогда $T_{об} = 6$ суток. Исследуя статистику закупок угля, находим $I = I^* (6) = 128$ т/сут.

По формуле (9) для контейнеров грузоподъемностью $M_1 = 2,8$ т и $M_2 = 1,3$ т соответственно получаем объемы контейнерных парков $N_1 = 295$ контейнеров и $N_2 = 635$ контейнеров. Т.е. если все индивидуальные потребители угля в г. Красноярске перейдут на контейнерный способ доставки топлива в специализированном контейнере с размерами АУК-1,25, то контейнерный парк составит 295 ед., а с размерами АУК-0, 625, то потребуется 635 контейнеров.

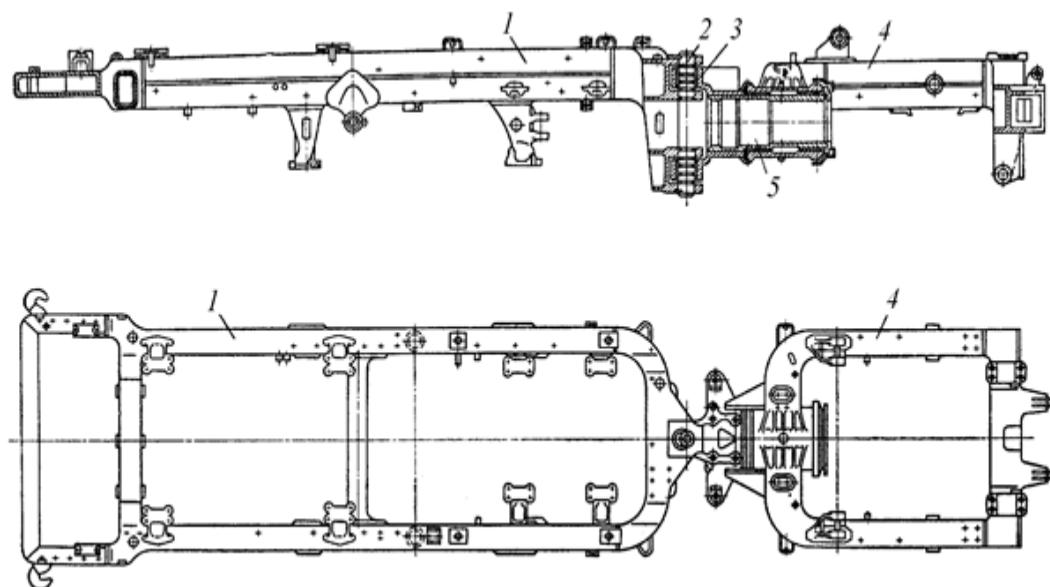
Если контейнер будет использоваться частником для хранения угля до его использования, то парк контейнеров будет значительно больше. В этом случае надо увеличить время t_3 нахождения контейнера у потребителя, однако найти t_3 довольно сложно. Есть более простой путь. Если контейнер остается у потребителя, то к числу контейнеров, находящихся в обороте (в движении), надо добавить число индивидуальных потребителей. В 2016 году их было 3133. При нахождении числа контейнеров, находящихся в движении, принимаем $t_3 = 0$. Тогда $T_{об} = 3$ сут; по статистике закупок находим $I = I^* (3) = 135$ т/сут. По формуле (7) для $M_1 = 2,8$ т и $M_2 = 1,3$ т соответственно находим $N_1 = 156$ и $N_2 = 335$ контейнеров, находящихся в обороте. Общая численность контейнерных парков составит: для специализированных контейнеров с размерами АУК-1,25 - $156+3133 = 3289$; для специализированных контейнеров с размерами АУК-0,625 - $335+3133 = 3468$ [89];

Расчет количества специализированных контейнеров большей грузоподъемности для котельных и ТЭС проводится по этой же модели. Однако, важно знать как повлияют поставки угля в контейнерах на технологию работы угольных складов котельных и ТЭС и систем их топливоподачи.

5 МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СОРТОВОГО УГЛЯ

В результате проделанной нами работы была разработана модель специализированного автотранспортного средства для перевозки контейнеров. Модель представляет собой шарнирно-сочлененный самосвал с плоской платформой для установки и транспортировки контейнеров с углём [10].

Основой данной модели служит шарнирно-сочленённая рама, показанная на рисунке 18. Она состоит из двух сварных полурам, соединённых шарниром с двумя степенями свободы. Такая рама исключает вывешивание или разгрузку одного из колес при преодолении неровностей дороги, способствует полному использованию сцепной массы машины, что улучшает проходимость. В то же время шарнир повышает долговечность рамы, предотвращая ее скручивание [10]. Гидромеханическая система с двумя исполнительными гидроцилиндрами поворачивает полурамы на большой (до 45°) угол, обеспечивая высокую маневренность. Упрощается схема поворотного механизма по причине отсутствия рулевой трапеции, карданных шарниров равных угловых скоростей и поворотных цапф. Так как колеса передней оси неповоротные, появляется свободное пространство для установки широкопрофильных шин большого размера, что очень важно для увеличения проходимости машины.



1, 4 – полурамы соответственно передняя и задняя; 2, 5 – вертикальный и горизонтальный шарниры соответственно; 3 – шарнирное устройство

Рисунок 18 - Шарнирно-сочлененная рама

Большинство сочлененных самосвалов имеет грузоподъемность от 10 до 50 т. При этом больше выпускается машин грузоподъемностью до 30 т. В большинстве своем автомобили трехосные, хотя встречаются и двухосные. Производители предлагают машины колесной формулы 6х4 и 6х6. Наиболее оснащенные варианты имеют привод на все шесть колес, возможность блокировки дифференциалов всех осей плюс межосевую блокировку. В сочетании с автоматической трансмиссией, подвеской колес с большими ходами и шарнирным сочленением полурам это придает очень высокую проходимость. Кузов «плавает» над неровностями, не теряя горизонтального положения [10].

Двигатели применяются дизельные, как рядные, так и V-образные. Для работы в сильно запыленных условиях монтируют дополнительные фильтры поступающего в двигатель воздуха. Устанавливают также дополнительные топливные фильтры. Для использования в холодном климате монтируют предпусковые обогреватели. Обычно применяется автоматическая трансмиссия, которая облегчает труд водителя и помогает экономить топливо, выбирая оптимальный режим движения. Система управления спроектирована так, что рулевое колесо вращается почти так же легко, как и у легкового автомобиля [10].

Движение по пересеченной местности связано с преодолением подъемов и спусков. Поэтому самосвалы, особенно большой

грузоподъемности, оснащают тормозными механизмами, охлаждаемыми маслом. Полностью закрытая конструкция предотвращает попадание в них грязи и воды. На младшие модели охлаждаемые маслом тормоза предлагают за доплату. Кроме того, машины часто оснащают гидравлическими тормозами-замедлителями (ретардерами). Кузова спроектированы таким образом, что разгрузка происходит на значительном расстоянии от задних колес. При этом кузов поднимается почти вертикально. Обычно грунт сваливают под откос или в бункер, что избавляет от необходимости использовать дополнительную технику для подчистки площадки [10].

В нашей модели предлагается заменить кузов на жесткую плоскую платформу. На эту платформу будут устанавливаться контейнеры различных конструкций. Модель спроектирована так, что возможны различные комбинации установок контейнеров, имеющие разные типоразмеры. Это даёт возможность одновременной транспортировки контейнеров для потребителей разной мощности. Надежное крепление контейнеров осуществляется с помощью фитингов, либо при помощи лебёдки, которая производит обхват контейнеров по всему периметру [10].





Рисунок 19 – Модель специализированного технологического автотранспортного средства для перевозки сортового угля

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности при работе с контейнерами нужно соблюдать следующие правила безопасности [6].

Запрещается нахождение людей в контейнере во время транспортировки и маневрирования в нем погрузчика.

В процессе открытия дверей загруженного контейнера сотрудники должны располагаться с внешней стороны дверей во избежание получения травмы из-за возможного выпадения груза из контейнера.

Автотранспорт, ожидающий догрузки (выгрузки), должен располагаться на обозначенных стоянках; подъезжать к месту погрузки (выгрузки) допускается только по распоряжению руководителя смены или начальника работ [6].

При установке (снятии) контейнера на платформу, водитель должен выйти из машины и находиться в безопасном месте в зоне видимости оператора козлового крана и вне зоны движения указанных машин.

Портальные погрузчики должны подъезжать к машине и отъезжать от неё только сзади.

Перед расцеплением тягача и полуприцепа грузовая платформа полуприцепа должна быть установлена в горизонтальное положение с помощью опорных устройств и надежно заторможена [6].

При работе техники внутри контейнера, стоящего на полуприцепе, под колеса последнего должны устанавливать колодки, а под опорное устройство специальные опорные козлы. Разгрузка (загрузка) контейнера на полуприцепе погрузчиком должна происходить у специального стола или ramпы.

Подключение (отключение) специализированных контейнеров к электроколонкам должны производить только допущенные электромонтеры, имеющие квалификационную группу по технике безопасности (электробезопасности) не ниже III [6].

При перегрузке крупнотоннажных контейнеров на универсальных причалах необходимо соблюдать следующие требования:

а) при перестановке контейнеров кранами, имеющими переменную грузоподъемность, зависящую от вылета стрелы, сигнальщик должен сообщить крановщику по телефону, радиотелефону или другим надежным способом массу каждого перегружаемого контейнера;

б) для выполнения погрузочно-разгрузочных работ следует использовать сменные грузозахватные органы с дистанционным управлением. Применение съемных грузозахватных приспособлений с ручной строповкой сухогрузных контейнеров (кроме изотермических контейнеров-платформ в т. п.) в портах с годовым объемом переработки свыше 1000 контейнеро-операций с контейнерами одного типа запрещается [6];

в) использование съемных грузозахватных приспособлений с ручной строповкой необходимо осуществлять в соответствии с рабочей технологической картой, предусматривающей безопасные приемы выполнения процедуры по строповке (отстроповке) контейнеров;

г) запрещается двигать контейнер вручную без применения оттяжек или специализированных шестов с резиновыми наконечниками;

д) при складировании контейнеров в штабель кранами при ручной строповке (отстроповке) количество контейнеров второго и последующих ярусов в одном из рядов штабеля должно быть минимум на 1 контейнер меньше количества первого (либо предыдущего) яруса этого ряда, что

обеспечивает создание ступеней для безопасного подъема на штабель складских рабочих, либо других лиц в случае производственной необходимости (осмотр, сортировка и др.) [7];

При перегрузке крупнотоннажных контейнеров на специализированных перегрузочных комплексах (причалах) должны выполняться следующие требования:

а) в период выполнения судном швартовных операций причальные перегружатели должны быть установлены в нерабочее положение, а их консоли подняты. Въезд тягачам, погрузчикам и автотранспорту в зону в процессе швартовных работ запрещается;

б) движение всех типов транспорта на контейнерном перегрузочном комплексе необходимо осуществлять в соответствии с утвержденной схемой движения. Маршруты движения должны быть обозначены соответствующими опознавательными знаками стандартного образца, освещенными в темное время суток [7];

в) рабочая зона между подкрановыми путями должна быть размечена белой краской для обозначения трасс движения порталных погрузчиков и автотранспорта;

г) порталные погрузчики и другие средства перегрузки контейнеров должны уступать дорогу причальным контейнерным перегружателям и козловым кранам, а также транспортируемому ими контейнерному захвату (с грузом или без него);

д) площадь причалов и складских площадок контейнерных перегрузочных комплексов должна быть ограждена и должны быть установлены предупредительные знаки [7];

е) при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ нахождение людей в местах хранения контейнеров и на трассах движения автоконтейнеровозов и других машин запрещается;

ж) в период отсутствия погрузочных работ допускается нахождение лиц производственного персонала в зоне складирования контейнеров только с использованием устройств или приспособлений, предупреждающих водителей тягачей и других машин о присутствии человека на складе. К таким устройствам и приспособлениям относятся: сигнальная лампа-мигалка на шесте на ручной тележке (ранцевая), сигнальная лампа-мигалка на шесте на самоходном электрошасси, ранцевый ультразвуковой или электромагнитный передатчик и др. При отсутствии в порту такого рода предупреждающих устройств или приспособлений, сотрудники, работающие

на участке склада, должны оградить. проходы между штабелями, в которых они находятся, с обеих сторон переносным штакетником, окрашенным отличительным цветом, с предупреждающими знаками, освещенными в темное время суток [11];

з) запрещается заезжать двум (и более) порталным контейнеровозам в один ряд и в два смежных ряда контейнерного штабеля при разрешенном двустороннем въезде (выезде) в последний;

и) при передвижении тягача с контейнером днище последнего должно отстоять от земли или от контейнера. нижнего яруса на расстояние не менее 300 мм [11].

Все ограничения на въезд контейнеровозов, контейнерных автопогрузчиков и тягачей, вводимые на какой-либо отрезок времени или полную смену, должны быть занесены в наряд-задание. При экстренном введении дополнительных ограничений водители должны уведомляться руководителем смены контейнерного перегрузочного комплекса.

Перемещение на вилах фронтального контейнерного автопогрузчика контейнера, не имеющего проемов для вил, запрещается. Грузовые контейнеры разрешается перемещать на вилах только при расстоянии между центрами проемов (2050 ± 50) мм. Порожные контейнеры разрешается перемещать на вилах за вилочные проемы при расстоянии между центрами проемов как (2050 ± 50) мм, так и (900 ± 50) мм. Вилы для взятия контейнера должны иметь ширину не менее 200 мм и входить в вилочные проемы на длину не менее 1825 мм [12].

При работе со среднетоннажными контейнерами массой брутто до 5 т (погрузка, выгрузка и складирование) следует соблюдать следующие требования [12]:

а) поднимать грузовые контейнеры следует только за все имеющиеся на контейнере кольца (проушины). Производить одновременный подъем краном двух и более грузовых контейнеров разрешается только с применением специальных траверс;

б) подъем порожних контейнеров допускается за 2 - кольца (проушины), расположенные по диагонали. При перегрузке порожних контейнеров с использованием сменного грузозахватного органа с дистанционным управлением типа «краб» допускается одновременная строповка от одного до шести контейнеров, суммарная масса которых не превышает грузоподъемности сменного грузозахватного органа. Стropовку

допускается производить как за 2 смежных, так и за 1 из колец (проушин) контейнера;

в) способы складирования контейнеров по площади и высоте должны определяться технологическими картами и схемами размещения контейнеров, регламентирующими размеры штабелей;

г) подъем рабочего на контейнер и спуск с него должны производиться по переносной лестнице, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 12.2.012—75;

д) при температуре воздуха ниже - минус 15°C использование сменного грузозахватного органа с дистанционным управлением типа «краб», имеющего цепные звенья, запрещается;

е) запрещается перегружать контейнеры с открытыми дверями.

Начинать работы по погрузке (выгрузке) контейнеров на железнодорожный подвижной состав разрешается только после его полной установки по фронту работ. Производить какие-либо маневры в период обработки железнодорожного подвижного состава запрещается[12].

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ НА СКЛАДАХ ПЕРЕГРУЗКИ И ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ УГЛЯ

Изменение затрат на складах потребителя рассмотрим на примере склада котельной, расположенной на улице Норильская г. Красноярск. Склад топлива у потребителя предназначен для хранения неснижаемого запаса угля. Объем склада определяется мощностью котельной. По существующим нормам угольный склад котельной должен содержать неснижаемый запас угля в расчете на 15 суток работы без подвоза топлива, равный 480 тонн. Угольный склад занимает площадь 300-400 м². Общая территория котельной с угольным складом, включая места разгрузки перевозимого угля автотранспортом, составляет 850-900 м².

С переходом на новую технологию перевозки и хранения угля площадь угольного склада сократится до 200-250 м² вместе с обслуживающим это склад грузоподъемным оборудованием, или высвободится около 125 м² территории. При средней стоимости 1 м² земли в г. Красноярске, равной 1270 рублей, экономия составит 158 750 рублей. Высвобождаемые площади могут быть использованы по другому назначению, например, для озеленения.

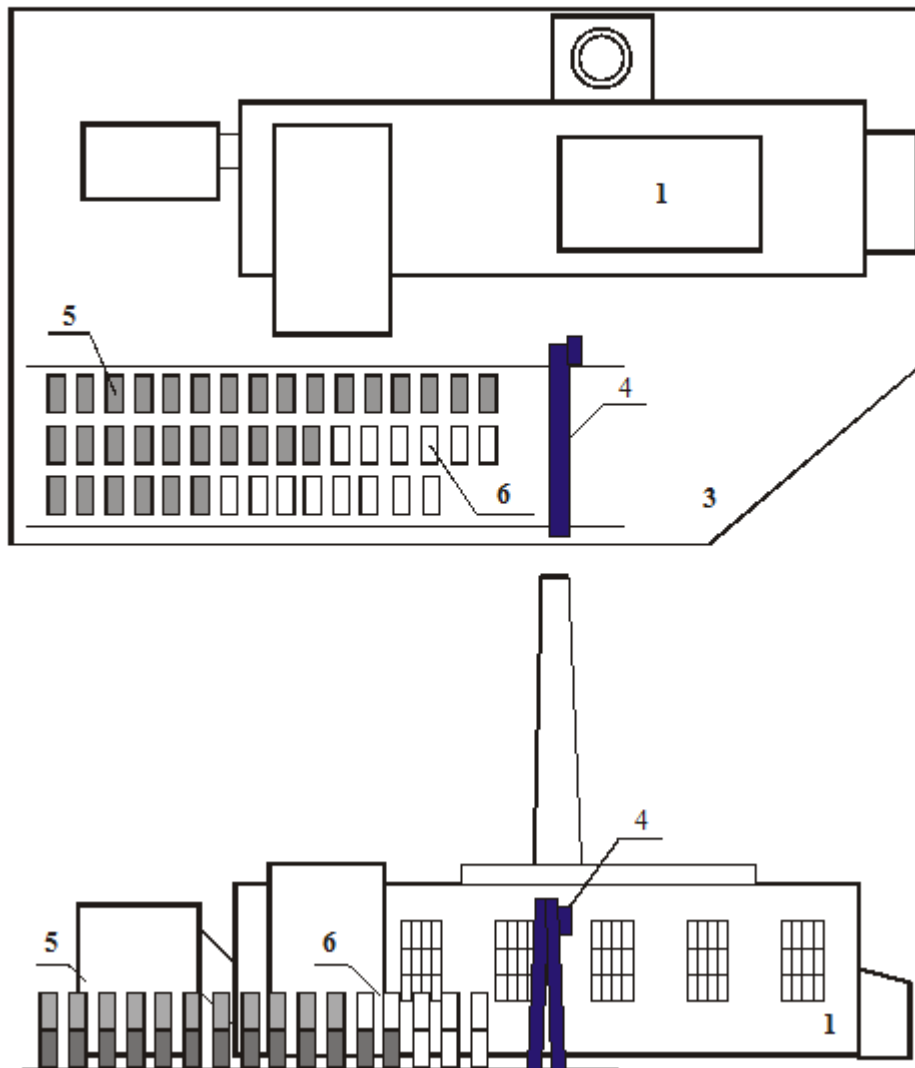


1 – Котельная; 2 – Угольный склад; 3 – Территория котельной

Рисунок 20 – Схема существующего варианта угольного склада котельной

Внедрение новой технологии требует замены универсального погрузчика К-702, работающего на складе по перемещению угля после разгрузки автомобилями в борт и последующей подачи угля из бурта в приемный бункер конвейера на грузоподъемное оборудование с траверсой для механизации процесса захвата и кантования контейнеров. Грузоподъемное оборудование с траверсой будет выполнять ту же функцию, что и бульдозер. Так же очень важно, что экологический ущерб от работы бульдозера на дизельном двигателе огромен, а козловой-кран с электродвигателями не наносит вреда экологии

Предлагаемый вариант



1 – Котельная; 2 – Угольный склад; 3 – Территория котельной; 4 – Козловой кран; 5 – Грузенные контейнера; 6 – Порожние контейнера

Рисунок 21 – Схема предлагаемого варианта угольного склада котельной

Применение грузоподъемного оборудования позволит избежать затрат на дизельное топливо, однако возрастут затраты котельной на электроэнергию. Стоимость траверсы для захвата и кантования контейнеров прием равной стоимости спредера такой же грузоподъемности. Кроме того, в тракт топливоподачи котельной предусмотрим установку бункера-смесителя с целью усреднения угля для стабилизации его характеристик.

Заработная плата бульдозериста и крановщика принята равной, несмотря на более тяжелые условия труда и высокую квалификацию

бульдозериста. Исходя из принятых допущений в таблице 2 приведем оценку изменения затрат на складе потребителя.

Таблица 2 – Результаты расчета изменения затрат, связанных с эксплуатацией угольного склада у потребителя

Показатель	Значение показателя		Примечание
	Существующая технология	Предлагаемая технология	
Стоимость бульдозера, тыс. руб.	800	-	-
Стоимость крана с траверсой и бункера-смесителя, тыс. руб.	-	1500	-
Срок эксплуатации бульдозера, лет	10	-	-
Срок эксплуатации крана, лет	-	20	-
Амортизационные отчисления, тыс. руб/год	80	75	-
Расход дизельного топлива, л/ч	12	-	-
Затраты на дизельное топливо тыс. руб/год	369	-	250 дн*8,2 ч х 12 л/ч х 15 руб/л
Дополнительные расходы электроэнергии, кВт*ч	-	78,9	250 дн * 8,2 ч х 55 кВт * 0,7
Дополнительные затраты электроэнергии, тыс. руб/год	-	100	78,9 тыс кВт*ч х 1266,12 руб/тыс. кВт*ч
Итого прямых эксплуатационных расходов, тыс. руб/год	449	175	-
То же, руб/т	40,09	15,63	-
Снижение затрат на эксплуатац. Склада, руб/т	-	24,46	-

При переходе на перевозку угля в контейнерах на угольном складе у потребителя происходит снижение эксплуатационных затрат, равное 24,46 рублей на тонну проходящего через склад угля.

Предлагаемые в проекте контейнеры для перевозки сортового угля, соответствуют существующим контейнерам по типоразмерам (длине, ширине, высоте), но отличаются по конструкции. По оценке заводоизготовителей, такой тип контейнеров может стоить на 5-7 % меньше существующих универсальных контейнеров.

Таблица 3 – Ожидаемая цена контейнеров для перевозки сортового угля

Марка контейнера	Цена контейнера, тыс. руб
АУК – 1,25	9,0 – 9,2
УУК – 3	14,4 – 14,7
УУК – 5	27,9 – 28,5
1С	84,4 – 86,2
МК – 1*	0,15

*Мягкий контейнер грузоподъемностью 1т

Эксплуатационные расходы, связанные с поддержанием контейнеров в технически исправном состоянии, по данным, представленным Красноярской железной дорогой, составляют сумму в размере 103 руб/мес на один контейнер.

Далее рассчитаем изменение стоимости одной тонны угля при перевозке в контейнерах, принадлежащих ОАО «Красноярский гортоп», от угольного склада ст. Бугач до угольного склада котельной на улице Норильская в г. Красноярске.

Время оборота контейнера от Бородинского угольного разреза до угольного склада ОАО «Красноярский гортоп» и далее до склада на улице Норильская составит 6 суток.

Количество специализированных контейнеров типоразмера УУК – 5, необходимое для перевозки заданного объема угля, равно 48 единиц стоимостью 28,5 тыс. рублей каждый. Исходя из потребного количества контейнеров, их срока службы и цены одного контейнера, стоимость одной тонны угля увеличится на 4,69 рубля.

Так как снижение затрат на эксплуатацию склада составляет 24,46 руб/т, а после покупки контейнеров стоимость одной тонны угля увеличивается на 4,69 рубля, в конечном итоге экономия котельной составляет 19,77 руб/т, а это значит, что переоборудование склада котельной на новую технологию окупится за 9 лет, при среднесуточном расходе угля в 32 тонны, а при продаже освобожденной территории склада, срок окупаемости сократится до 8,3 лет без учета экономии на транспортировку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перевозимый груз – уголь наряду с органическими компонентами всегда содержит минеральные примеси, количество которых изменяется в широких пределах, влияющих на свойства угля, важнейшими из которых для транспортного процесса являются как примерзание в зимнее время, так и самовозгорание. Из рассмотрения физической природы явления примерзания

в зимнее время и самовозгорания следует, что для борьбы с этими явлениями необходимо уменьшить влагу и обеспечить условие стационарности потока тепла, путем снижения объемов, что может быть достигнуто применением закрывающихся контейнеров.

Для обеспечения разовых потребностей в топливе предлагается мелкопартионный сортовой уголь и брикеты в пакетах из крафт-бумаги, мешковины массой 5, 10, 50 кг. Для снабжения населения в коммунально-бытовом секторе рекомендуются мягкие контейнера грузоподъемностью 0,5 – 2 т, а также малотоннажные специализированные контейнера массой брутто 0,625 – 1,25 т. Для котельных малой мощности – среднетоннажные специализированные контейнера массой брутто 3 – 10 т. Для котельных средней и большой мощности – крупнотоннажные специализированные контейнера массой брутто больше 10 т.

Предложенный метод расчета парка контейнеров, позволил создать достоверную математическую модель, необходимую для определения числа контейнеров по конкретному грузопотоку, а также использовать метод расчета при организации новых грузопотоков перевозок угля в контейнерах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Википедия – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: Ископаемый уголь - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ископаемый_уголь
- 2 Группа компаний Крот [Электронный ресурс]: Способы транспортировки угля - Режим доступа: https://www.krot.su/stati/transportirovka_yglia_kak_ego_perevoziat
- 3 <http://docplayer.ru/57247507-Diplomnaya-rabota-gornoe-delo-specialnost-gornye-mashiny-i-oborudovanie-specializaciya.html>
- 4 Образовательный портал Geum.ru [Электронный ресурс]: Научное обоснование и разработка комплекса средств механизации для обеспечения качества углепродукции - Режим доступа: <http://geum.ru/next/art-217452.leaf>
- 5 Электронный фонд правовой и нормативно технической документации [Электронный ресурс]: Нормы естественной убыли массы грузов при перевозках по железным дорогам - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9039530>
- 6 Безопасность жизнедеятельности в дипломном проектировании. Красноярск 2005 (голубая методика)
- 7 Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для бакалавров / С. В. Белов. — 4-е изд., перераб. и доп.— Москва: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2013. – 682 с
- 8 Демченко И.И. Ресурсосберегающие и экологичные технологии обеспечения качества углепродукции: монография/И.И. Демченко, В.Д. Буткин, А.И. Косолапов. – М.: МАКС Пресс, 2006. - 344 с.

9 СТО 4.2-07-2014 Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск: Системы управления СФУ, 2014. – 60с.

- 10 Общие сведения о шарнирно-сочлененной раме http://www.mining-portal.ru/press_center/news/interesting/chto-takoe-sharnirno-sochlenennyiy-samosval-/
- 11 Общие положения охраны труда при работе с контейнерами <http://molum.ru/referat/obespechenie-bezopasnosti-truda-pri-peregruzke-konteinerov.html>
- 12 Безопасность и охрана труда на погрузочно-разгрузочных работах и транспортных работах <http://ohrana-bgd.narod.ru/ohselh69.html>
- 13 Общие сведения о мягких контейнерах типа МКР https://ru.wikipedia.org/wiki/Мягкий_контейнер
- 14 Понятие гигроскопической жидкости <http://ru-ecology.info/term/25162/>
- 15 Понятие о капиллярной воде <http://www.mining-enc.ru/k/kapillyarnaya-voda/>
- 16 Требования к контейнерам для перевозки сортового угля <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/thesis/s107/s107-016.pdf>
- 17 Требования к конструкции контейнеров для потребителей малой мощнос http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/32080/karpickiy_k.d._gg-11-15.pdf?sequence=1
- 18 Требования к контейнерам для потребителей средней мощности http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/32080/karpickiy_k.d._gg-11-15.pdf?sequence=1
- 19 Требования к контейнерам для потребителей большой мощности http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/32080/karpickiy_k.d._gg-11-15.pdf?sequence=1
- 20 Рекомендации конструкции контейнера для перевозки угля в зимнее время <http://www.ngpedia.ru/id441090p1.html>

- 21 Технология пакетирования сортового угля и брикетов
<http://www.fecsfec.ru/upload/iblock/514/51461e72cef7de4a4f0a2c4367be4a70.pdf>
- 22 Понятие грузопотока <http://www.wesp.pro/ru/news/ponyatie-i-parametry-gruzopotoka>
- 23 Определение время простоя <http://makulature.ru/4838406030657883.html>
- 24 Сведения о неравномерности железнодорожных перевозках
<http://scicenter.online/ekonomika-otrasli-scicenter/154-neravnomernost-gruzovyih-45931.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Слайд №1



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Горные машины и комплексы»



Дипломная работа на тему:
«Разработка конструкций специализированных контейнеров и
модели технологического автотранспортного средства для перевозки
сортового угля»

Руководитель

профессор Демченко И. И.

Выполнил
студент гр. ГМ 12-12

Корольков Г. А.

Слайд №2



Общие сведения о контейнерах



Слайд №3



Конструкции контейнеров



ОБЩЕГОСРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

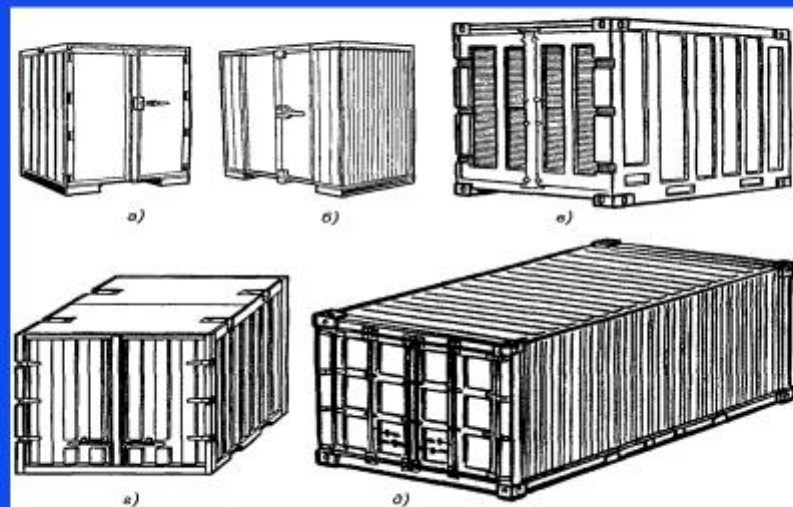


Рис. 5.14. Универсальные контейнеры:
а, б – малотоннажные, соответственно АУК-0,625 и АУК-1,25;
в и д – крупнотоннажные, соответственно 1Д и 1С; е – среднетоннажный УУКП-5

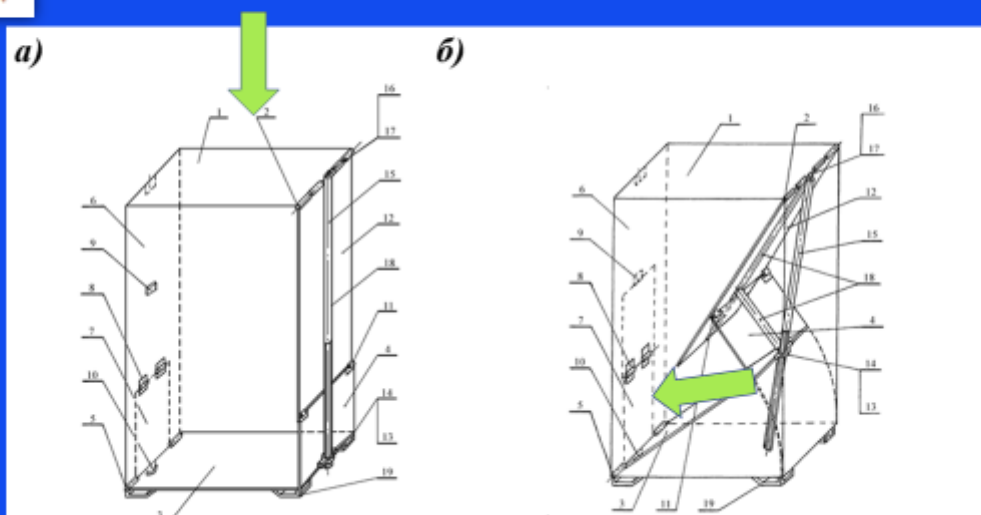
Слайд №4



Малотоннажный контейнер



ОБЩЕГОСРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



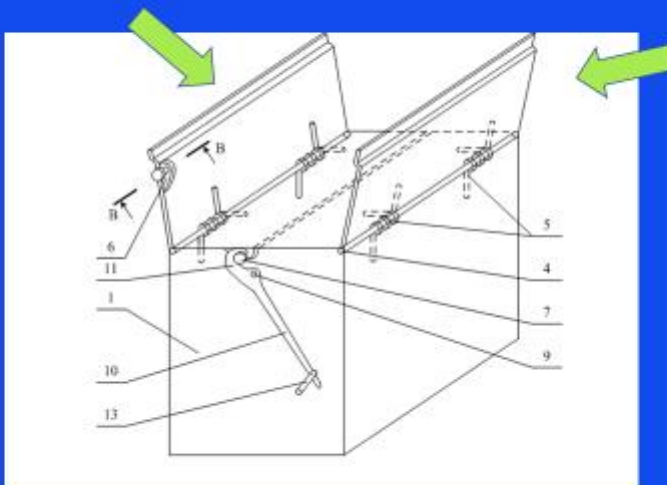
Слайд №5



Среднетоннажный контейнер



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



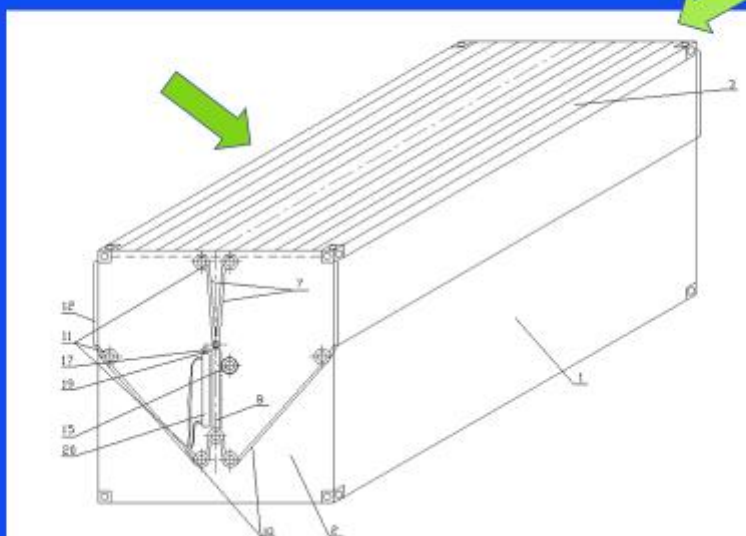
Слайд №6



Крупнотоннажный контейнер



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



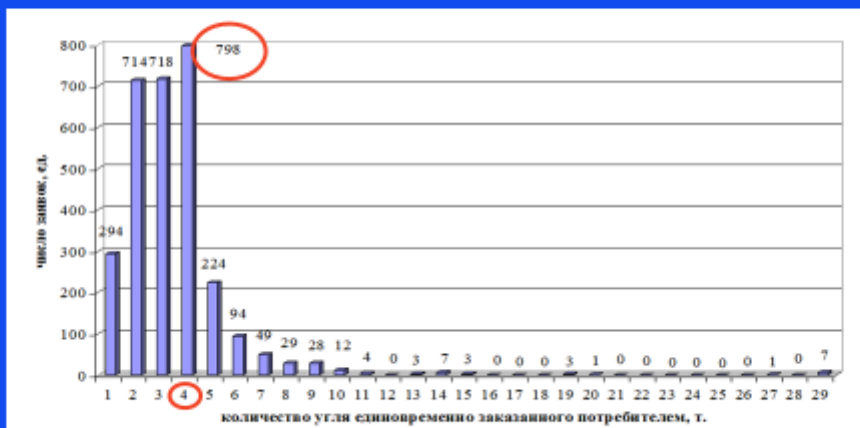
Слайд №7



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОНТЕЙНЕРОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ УГЛЕПРОДУКТЫ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



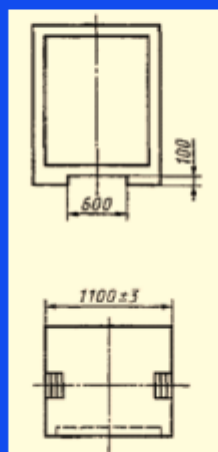
Слайд №8



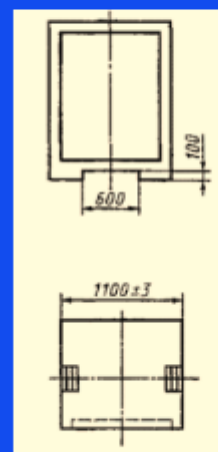
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОНТЕЙНЕРОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ УГЛЕПРОДУКТЫ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



Контейнер типоразмера
АУК-1,25



Контейнер типоразмера
АУК-0,625

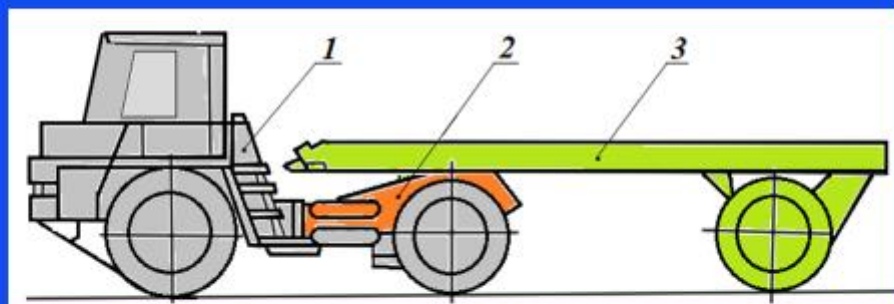
Слайд №9



Модель специализированного автотранспортного средства



ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



Слайд №10



Экономическая часть



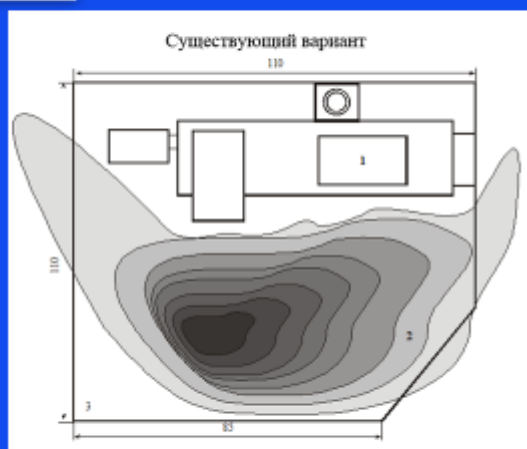
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



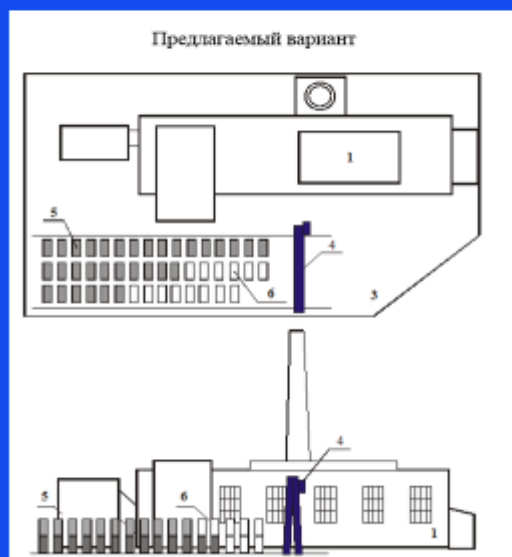
Слайд №11



Экономическая часть



1 – Котельная, 2 – Угольный склад, 3 – Территория котельной, 4 – Козловой кран, 5 – Грузные контейнера, 6 – Порожние контейнера



Слайд №12



ЗАКЛЮЧЕНИЕ



- Были предложены различные конструкции контейнеров для обеспечения топливом потребителей любой мощности;
- Предложенный метод расчета парка контейнеров, позволил создать достоверную математическую модель, необходимую для определения числа контейнеров по конкретному грузопотоку;
- Посчитана экономическая выгода от перехода на контейнерный способ доставки и хранения сортового угля.



СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!